



**Univerzita Karlova**

**2. lékařská fakulta**

Doktorský studijní program: Experimentální chirurgie



**MUDr. Vojtěch Kunc**

Klinicky významné variace v oblasti ruky a předloktí

Clinically relevant anatomical variations in the hand and forearm

Disertační práce

Školitel: prof. MUDr. David Kachlík, Ph.D.

Konzultant: MUDr. David Veigl, Ph.D.

Praha, 2022



**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem řádně uvedl a citoval všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 18.10.2022

Vojtěch KUNC

Podpis

### **Poděkování:**

Za odborné, dlouholeté a přátelské vedení nejen publikační činnosti a postgraduálního studia patří poděkování především školiteli prof. MUDr. Davidu Kachlíkovi, Ph.D.. Za cenný přínos pro celou práci i školiteli-konzultantovi MUDr. Davidu Veiglovi, Ph.D. Tato práce je založena na odborných publikacích, které vznikaly v širokém autorském týmu. Poděkování patří Michalu Benešovi za velké množství zpracovaných témat i za korekturu této práce. Děkuji i všem dalším spoluautorům, jmenovitě MUDr. Michalu Štulpovi, jehož některé fotografie jsou použity v textu, prof. Dr. Georgu Feiglovi, Ph.D., Mgr. Jaroslavu Fábikovi, MUDr. Báře Kubičkové, MUDr. Miroslavu Belblovi, MUDr. Vojtěchu Černému, MUDr. Michaelu Polovinčákovi, Dr. Carlosi Neblettovi, Mgr. et Ing. Vladimíru Kunci, Dr. Shilu Shrestha, Šarlotě Havlíkové, MUDr. Adamu Whitley, MUDr. Martinu Debnarovi, MUDr. Vítu Bábovi, doc. MUDr. Radku Kaiserovi, Ph.D., MUDr. Radovanu Hudákovi a bc. Davidu Levovi. Na dosud nepublikovaných studiích se podílel prim. MUDr. Ivan Humhej, Ph.D., Ema Šutáková, Eliška Volešová, Judita Kamlerová a Klára Gabříková. V textech byl použit překlad francouzských textů od MUDr. Jany Blažkové. Za ilustrace v textu i v dalších odborných publikacích pak děkuji Kateřině Janečkové a Vojtěchu Janečkovi. Na odborných konzultacích textu se podíleli lékaři Kliniky úrazové chirurgie Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem – prim. MUDr. Karel Edelmann, Ph.D., kterému děkuji i za vytvoření vstřícných a přátelských podmínek pro postgraduální studium, MUDr. Lubomír Kopp, Ph.D., kterému děkuji za cennou korekturu této práce, MUDr. Petr Obruba, Ph.D. a MUDr. Roman Mišičko.

Na odborné i stylistické korektuře se podílela Michaela Dvořáková, které jakožto i celé rodině děkuji za vytvoření milého a příjemného zázemí pro tvorbu této práce.

## Abstrakt

Význam znalosti anatomických variací během chirurgického přístupu k horní končetině je nesporný, od využití zevrubné orientace v četnosti a průběhu přídatných svalů u přenosů šlach, přes možnou záměnu patologických stavů s variacemi až po možnost predikce variabilního průběhu hluboce uložených struktur. Mnoho těchto hypotéz stále vyžaduje experimentální ověření a je často v praxi používáno bez přesných údajů založených na vědeckých důkazech („*evidence-based approach*“). Variabilní struktury mohou také komplikovat chirurgické přístupy a vést k iatrogennímu poškození nervových a cévních struktur s negativním dopadem na funkci horní končetiny.

Anatomická variabilita se týká všech struktur: kostry, vazů, svalů, nervů, cév i povrchových kožních rýh. Jednotlivé struktury mohou být rozštěpené, vícečetné nebo naopak zcela chybět, mohou mít jiný začátek, úpon, průběh či větvení. V některých případech se dokonce jedná o čistě přídatné struktury, jako je tomu například u přídatných kostí nebo přídatných svalů ruky a lokte.

Cílem této dizertační práce je přinést souhrn vybraných variací horní končetiny s důrazem na vybrané struktury. V popředí našeho zájmu stojí především přídatné kosti lokte, jejich nově definovaná radiologická kritéria a jejich nová klasifikace rozdělená do šesti skupin. Výskyt přídatných kostí byl stanoven na 0,77 % s nejčastěji se vyskytující *os subepicondylare mediale* v 0,46 % případů. Ze svalových variací je podrobněji rozebrána přední skupina svalů předloktí a v ní zejména *m. flexor carpi ulnaris* a je stanovena nová upravená klasifikace pro jeho přídatnou formu na podkladě úponu. Tento sval je představen stran možnosti šlachových přenosů. Druhou variací v popředí zájmu této práce je chybění šlach *m. flexor digitorum superficialis et profundus* a dále pak *mm. lumbricales*. Variabilita flexorů ruky má významný klinický dopad při vyšetřování ruptur šlach flexorů prstů.

Z nervových struktur je pozornost věnována *ramus recurrens nervi mediani*, jehož variabilní průběh může vést k jeho iatrogennímu poškození především při operačním protínání *retinaculum musculorum flexorum* při řešení syndromu karpálního tunelu. Původní práce se věnuje odhadu průběhu jeho větví na základě dlaňových kožních rýh. Statisticky významná vazba mezi těmito strukturami byla prokázána, ale nejedná se o vazbu ve všech případech a není tedy doporučeno se na podobný odhad plně spoléhat.

Klíčová slova: Anatomická variabilita; Anatomie horní končetiny; Chirurgie ruky; Přídatné kosti; Šlachový přenos

## Abstract

There is undoubtful importance of the knowledge of anatomical variations during surgical procedures and diagnostic in the upper limb. They can not only confuse surgeon during the surgical approach and lead to iatrogenic damage or be misdiagnosed for pathological conditions, but they might also be used during reconstructive procedures as tendon transfers, nerve grafts or free flaps. It is even hypothesized that superficial anatomical variations might be used to predict the variable course of deeper structure. Many of those hypotheses still need experimental verification as they are often used in clinical practice without proper evidence.

Anatomical variability includes all structures such as bones, ligaments, muscles, nerves, vessels as well as superficial palmar creases. Each of these structures might be divided, multiplied or absent; they can differ in their origin, insertion, course, or branching. In some cases even completely accessory bony or muscular structures might be present.

The goal of this dissertation is to provide review of the anatomical variability of the hand and forearm with particular interest given to accessory bones around the elbow joint. We proposed their radiological definition, proposed a new classification, and stated their overall prevalence, which is 0.77 % with the most common *os subepicondylare mediale* located under the medial epicondyle of the humerus in 0.46 % of cases.

Interest is given to the ventral group of the forearm muscles and to the flexor carpi ulnaris muscle. We have modified the previous classification for an accessory flexor carpi ulnaris muscle based on its insertion. This muscle is presented with focus on the possible tendon transfers. We present two cases of absent and hypoplastic flexor digitorum superficialis and profundus muscles, and a review of the variability of the lumbrical muscles. Hand muscles variability has a significant clinical impact on the examination of ruptured flexors of fingers.

Another structure in scope is the recurrent branch of the median nerve as its variable course may lead to iatrogenic injury especially during transection of the retinaculum flexorum during the carpal tunnel release. Original study was made to predict its course based on the pattern of palmar creases. A statistically significant relationship between those structures was found. Even though knowledge of this relation is useful it is not present in all cases.

Key words: Anatomical variability; Upper limb anatomy; Hand surgery; Accessory bones; Tendon transfer

## Seznam zkratek

A = *anular*

a. = *arteria*

ADUDP = *arteria digitalis ulnodorsalis pollicis*

ADUPP = *arteria digitalis ulnopalmaris pollicis*

ADRPP = *arteria digitalis radiopalmaris pollicis*

ADRDP = *arteria digitalis radiodorsalis pollicis*

APS = *arcus palmaris superficialis*

art. = *articulatio*

C = *cruciform*

DIP = *articulatio interphalangea distalis*

FoA = *Frohseho arkáda*

L = *musculus lumbricalis*

lig. = *ligamentum*

L&P = *klasifikace dle Lipperta a Pabsta*

m. = *musculus*

MAP = *musculus adductor pollicis*

MAPL = *musculus abductor pollicis longus*

MB = *musculus brachioradialis*

MCP = *articulatio metacarpophalangea*

MEDB = *musculus extensor digitorum brevis*

MECRA = *musculus extensor carpi radialis accessorius*

MECRB = *musculus extensor carpi radialis brevis*

MECRI = *musculus extensor carpi radialis intermedius*

MECRL = *musculus extensor carpi radialis longus*

MECU = *musculus extensor carpi ulnaris*

MED = *musculus extensor digitorum*

MEDI = *musculus extensor digiti minimi*

MEI = *musculus extensor indicis*

MEPB = *musculus extensor pollicis brevis*

MEPL = *musculus extensor pollicis longus*

MFCR = *musculus flexor carpi radialis*

MFCU = *musculus flexor carpi ulnaris*

MFDP = *musculus flexor digitorum profundus*

MFDS = *musculus flexor digitorum superficialis*

MFPL = *musculus flexor pollicis longus*

MFPB = *musculus flexor pollicis brevis*

ML1-4 = *musculus lumbricalis primus - quartus*

MOP = *musculus opponens pollicis*



MPL = *musculus palmaris longus*

MPT = *musculus pronator teres*

MPQ = *musculus pronator quadratus*

*n.* = *nervus*

NIA = *nervus interosseus anterior*

NIP = *nervus interosseus posterior*

NM = *nervus medianus*

NU = *nervus ulnaris*

OP = *oblique pulley*

PA = *palmar aponeurosis pulley*

PIP = *articulatio interphalangea proximalis*

*r.* = *ramus*

RRNM = *ramus recurrens nervi mediani*

SKT = *syndrom karpálného tunelu*

SNAC = *scaphoid nonunion advanced collapse*

TFCC = *triangular fibrocartilaginous complex*

VLS = *vinculum longum superficiale*

VLP = *vinculum longum profundum*

## Obsah

1.	Literární přehled.....	16
1.1.	Úvod .....	16
1.2.	Ruka.....	19
1.2.1.	Variabilita palmárních rýh .....	19
1.2.2.	Variabilita svalů ruky .....	22
1.2.3.	Svaly dlaně.....	23
1.2.3.1.	Variabilita <i>musculi lumbricales</i> .....	23
1.2.3.2.	Svaly thenaru .....	24
1.2.3.2.1.	<i>Musculus flexor pollicis brevis</i> .....	24
1.2.3.2.2.	<i>Musculus abductor pollicis brevis a m. opponens pollicis</i> .....	25
1.2.3.2.3.	<i>Musculus adductor pollicis</i> .....	25
1.2.3.3.	Svaly hypothenaru.....	25
1.2.3.4.	Svaly na hřbetu ruky.....	25
1.2.4.	Variabilita vazivových struktur ruky .....	26
1.2.4.1.	Šlachové pochvy prstů.....	26
1.2.4.2.	Poutka palce .....	29
1.2.4.3.	Poutka prstů .....	29
1.2.4.4.	Šlachové úvazy .....	31
1.2.5.	Variabilita cévních struktur .....	32
1.2.5.1.	Variabilita <i>arcus palmaris superficialis et profundus</i> .....	32
1.2.5.2.	Variabilita tepenného zásobení palce .....	34
1.2.6.	Variabilita nervů ruky .....	35
1.2.6.1.	Variabilita <i>n. medianus</i> .....	36
1.2.6.2.	Variabilita <i>n. ulnaris</i> .....	37
1.2.6.3.	Variabilita <i>ramus superficialis n. radialis</i> .....	38
1.2.7.	Variabilita skeletu.....	38
1.2.7.1.	Variabilita sezamských kostí ruky.....	38
1.3.	Zápěstí .....	39
1.3.1.	Variabilita kostry zápěstí .....	39
1.3.1.1.	Distální část vřetenní a loketní kosti .....	39
1.3.1.1.1.	Variabilita <i>processus styloideus ulnae</i> .....	39
1.3.1.1.2.	<i>Ulnar plus / minus variance</i> .....	40
1.3.1.1.3.	Tvar kloubních ploch <i>articulatio radioulnaris distalis</i> .....	41
1.3.1.2.	Variabilita kostí zápěstí .....	41
1.3.1.2.1.	Morfologické varianty <i>os lunatum</i> .....	41

1.3.1.2.2.	<i>Os scaphoideum bipartitatum</i> .....	42
1.3.1.2.3.	Splynutí kostí zápěstí.....	43
1.3.1.2.4.	Přídavné kosti zápěstí.....	43
1.4.	Předloktí.....	45
1.4.1.	Variabilita svalů předloktí – přední (ventrální) skupina.....	45
1.4.1.1.	<i>Musculus pronator teres</i> .....	45
1.4.1.2.	<i>Musculus flexor carpi radialis</i> .....	46
1.4.1.3.	<i>Musculus palmaris longus</i> .....	47
1.4.1.4.	<i>Musculus flexor carpi ulnaris</i> .....	48
1.4.1.5.	<i>Musculus flexor digitorum superficialis</i> .....	49
1.4.1.6.	<i>Musculus flexor digitorum profundus</i> .....	49
1.4.1.7.	<i>Musculus flexor pollicis longus</i> .....	50
1.4.1.8.	<i>Musculus pronator quadratus</i> .....	52
1.4.1.9.	Přídavné svaly ventrální skupiny předloktí.....	52
1.4.1.9.1.	<i>Musculus palmaris profundus</i> .....	52
1.4.1.9.2.	<i>Musculus flexor carpi ulnaris brevis</i> .....	52
1.4.1.9.3.	<i>Musculus flexor carpi radialis brevis</i> .....	52
1.4.1.9.4.	Gantzerův sval.....	53
1.4.2.	Svaly předloktí – boční skupina.....	53
1.4.2.1.	<i>Musculus brachioradialis</i> .....	54
1.4.2.2.	<i>Musculus extensor carpi radialis longus et brevis</i> .....	54
1.4.2.3.	<i>Musculus supinator</i> .....	56
1.4.2.3.1.	<i>Arcus tendineus musculi supinatoris</i> (Frohseho arkáda).....	56
1.4.3.	Svaly předloktí – dorzální skupina.....	57
1.4.3.1.	<i>Musculus extensor pollicis longus et brevis, musculus abductor pollicis longus</i> 57	
1.4.3.2.	<i>Musculus extensor indicis</i> .....	58
1.4.3.2.1.	Přídavné svaly v oblasti dlouhých natahovačů prstů.....	59
1.4.3.3.	<i>Musculus extensor digiti minimi</i> .....	59
1.4.3.4.	<i>Musculus extensor carpi ulnaris</i> .....	60
1.4.3.5.	<i>Musculus extensor digitorum brevis</i> .....	61
1.5.	Loket.....	62
1.5.1.	Variabilita periferních senzitivních větví.....	62
1.5.2.	Přídavné svaly v okolí lokte.....	62
1.5.3.	Variabilita kostry lokte.....	63
1.5.3.1.	Přídavné kosti lokte.....	63

1.5.3.2.	Loketní kloub a distální část kosti pažní .....	63
1.5.3.2.1.	<i>Incisura trochlearis</i> .....	64
1.5.3.2.2.	<i>Processus supracondylaris</i> .....	64
1.5.3.2.3.	<i>Foramen supratrochleare</i> .....	66
2.	Cíle práce a hypotézy .....	67
2.1.	Přídavné kosti v okolí lokte.....	67
2.2.	Odhad průběhu <i>ramus recurrens nervi mediani</i> na podkladě průběhu palmárních rýh .	67
2.3.	Systematické souhrny .....	68
2.3.1.	<i>Musculi lumbricales</i> .....	68
2.3.2.	<i>Arcus tendineus musculi supinatoris</i> .....	68
	Cílem této práce bylo objasnění prevalence jednotlivých typů Frohseho arkády a jejich vlivu na výskyt klinických syndromů.....	68
3.	Metodologie výzkumu.....	69
3.1.	Přídavné kosti v okolí lokte.....	69
3.1.1.	Retrospektivní analýza výskytu přídavných kostí v okolí lokte.....	69
3.1.2.	Retrospektivní analýza artroskopicky operovaných pacientů pro ztuhlost lokte ....	70
3.1.3.	Kazuistiky.....	71
3.2.	Odhad průběhu <i>ramus recurrens nervi mediani</i> na podkladě průběhu palmárních rýh .	71
3.3.	Systematické souhrny a meta-analýzy.....	72
3.3.1.	<i>Musculi lumbricales</i> .....	73
3.3.2.	<i>Arcus tendineus musculi supinatoris</i> .....	73
3.4.	Kazuistické případy.....	73
3.4.1.	Kazuistika nepřítomnosti <i>m. flexor digitorum profundus</i> a kazuistka variabilního bříška propojující <i>m. flexor pollicis longus</i> a <i>m. lumbricalis primus</i> .....	74
3.4.2.	Přídavný <i>musculus flexor carpi ulnaris</i> .....	74
4.	Výsledky.....	75
4.1.	Přídavné kosti v okolí lokte.....	75
4.1.1.	Prevalence a analýza zkoumaných činitelů .....	75
4.1.2.	Klasifikace a mapa výskytu .....	75
4.1.3.	Retrospektivní analýza artroskopicky operovaných pacientů pro ztuhlost lokte ....	77
4.1.4.	Kazuistické případy.....	77
4.1.4.1.	<i>Os supratrochleare anterius</i> .....	77
4.1.4.2.	Neuropatie <i>nervus ulnaris</i> vyvolaná patologickou osifikací v oblasti lokte.....	77
4.2.	Odhad průběhu <i>ramus recurrens nervi mediani</i> na podkladě průběhu palmárních rýh .	78
4.3.	Systematické souhrny .....	78
4.3.1.	<i>Musculi lumbricales</i> .....	78
4.3.1.1.	Variace jednotlivých <i>musculi lumbricales</i> .....	80

4.3.2.	<i>Arcus tendineus musculi supinatoris</i> (Frohseho arkáda).....	80
4.4.	Kazuistiky.....	81
4.4.1.	Přídavný <i>musculus flexor carpi ulnaris</i> .....	81
4.4.2.	Chybění <i>m. flexor digitorum profundus</i> a variace <i>m. flexor digitorum superficialis</i> pro malík 81	
5.	Diskuse .....	82
5.1.	Přídavné kosti v okolí lokte.....	82
5.1.1.	Kazuistiky.....	83
5.1.1.1.	<i>Os supratrochleare anterius</i> .....	83
5.1.1.2.	Neuropatie <i>nervus ulnaris</i> vyvolaná patologickou osifikací v oblasti lokte.....	83
5.2.	Predikce průběhu <i>rr. recurrens nervi mediani</i> na podkladě povrchových palmárních rýh 83	
5.3.	Souhrny .....	84
5.3.1.	<i>Musculi lumbricales</i> .....	84
5.3.2.	<i>Arcus tendineus musculi supinatoris</i> (Frohseho arkáda).....	84
5.4.	Kazuistiky.....	85
5.4.1.	Přídavný <i>musculus flexor carpi ulnaris</i> .....	85
5.4.2.	Chybění <i>musculus flexor digitorum profundus</i> a variace <i>musculus flexor digitorum superficialis</i> pro malík.....	85
6.	Závěr.....	87
7.	Shrnutí.....	88
7.1.	Přídavné kosti v okolí lokte.....	88
7.2.	Odhad průběhu <i>ramus recurrens nervi mediani</i> na podkladě průběhu palmárních rýh .	88
7.3.	Systematické souhrny .....	88
7.3.1.	<i>Musculi lumbricales</i> .....	88
7.3.2.	<i>Arcus tendineus musculi supinatoris</i> (Frohseho arkáda).....	89
7.4.	Kazuistiky.....	89
7.4.1.	Přídavný <i>musculus flexor carpi ulnaris</i> .....	89
8.	Summary .....	90
8.1.	Accessory bones around the elbow joint.....	90
8.2.	Prediction of the recurrent branch of the median nerve course based on the palmar creases patterns .....	90
8.3.	Systematical reviews .....	90
8.3.1.	Lumbrical muscles .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
8.3.2.	<i>Musculi lumbricales</i> .....	90
8.3.3.	Arcade of Frohse .....	91
8.4.	Case reports .....	91

8.4.1. Accessory flexor carpi ulnaris muscle .....	91
9. Literatura.....	92
10. Seznam publikací:.....	126
10.1. Původní vědecké práce, které jsou podkladem této disertační práce:.....	126
10.2. Původní vědecké práce, které nejsou podkladem této disertační práce:.....	126
11. Přílohy .....	129

# 1. Literární přehled

## 1.1. Úvod

Anatomické variace fascinují lidstvo od nepaměti. Jejich význam není pouze anatomicko-chirurgický, ale i společenský. Za zmínku jistě stojí například kaudální výběžek (*caudal appendage*), také nazývaný „lidský ocas“, jehož kulturní význam je velice zajímavý a napříč dějinami i společnostmi rozdílný. Královská rodina zmiňovaná v historii kraje Saurastha v současném indickém státě Gudžarád a nazývaná „*the longed-tailed Ranas of Saurastha*“, dokazovala svůj nárok na trůn krevní návazností na opičího boha Hanumana, od kterého měla tento výběžek zdědit (Parsons, 1969; Baruchin et al., 1983). Hanuman je hinduistický bůh vtělený do opice (hulman posvátný), který se dominantně vyskytuje ve starověkém



Obrázek 1: *Deux Livres de Chirurgie* (1573) str. 438: Znárodnění démona s „lidským ocasem“.

eposu Rámajána. Lidský ocas se vyskytoval údajně i u řeckých vojáků, čímž se také vysvětluje inspirace pro výskyt „lidského ocasu“ v řecké mytologii u satyrů a následně v římské u faunů (Miller, 1881). Návaznost na podobu s dobyt看em je zde nepřímou vyjádřena mytologicky rodinným vztahem k Hermovi, bohu pastvin, stád a přírody. V pozdním středověku se stal symbolem démonů a promítal se i do tradičního pojetí vzhledu čerta. „Lidský ocas“ byl vnímán jako důkaz potomstva Satana (Tubbs et al., 2016), nebo jako důsledek hříchu. Ilustrace s lidským ocasem je publikována i Parém v díle *Deux Livres de Chirurgie* (Dvě knihy o chirurgii), v níž píše o jeho vzniku v důsledku křížení ženy a psa

(Obrázek 1) (Paré, 1573; Walton a Fineman, 1993). Tito lidé byli pronásledováni a upalováni. Podobných variant, obzvláště v řecko-římské mytologii můžeme nalézt nespočet.

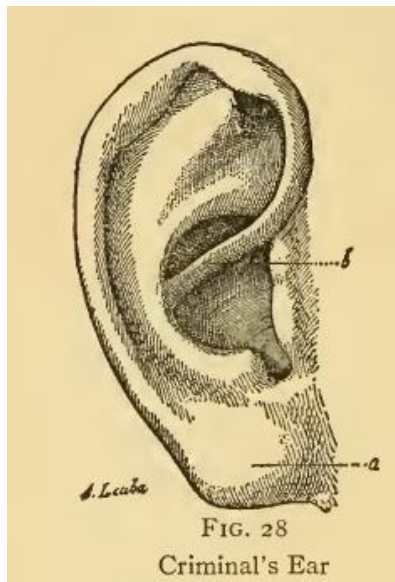
V rámci anatomických děl jsou variace popisovány již v pracích antických anatomů. Claudius Galenus (Galén, 129–216) popsal první anatomické struktury a jejich odchylky při pitvách primátů, psů a dalších savců. Jeho práce sloužila jako anatomické dogma až do doby Andrea Vesalia (1514–1564), jenž ve své práci *Humani corporis fabrica libri septem* (Sedm knih o lidské anatomii, 1542) tyto poznatky významně rozšířil (Sanudo et al., 2003). Do popředí anatomického zájmu se variace dostaly na počátku 20. století a měly svůj vliv i v rámci nacistické ideologie čisté rasy, což lze demonstrovat například na variabilní prohlubni v oblasti *crista occipitalis interna* v zadní lebeční jámě, kterou jako jeden z prvních popsal italský anatom Cesare Lombroso (1835–1909) ve své knize *L'uomo delinquente* (Zločinec). Nalezení této variace u kriminálního Giuseppe Villella popisuje následovně (Lombroso, 1911):

*“This was not merely an idea, but a revelation. At the sight of that skull, I seemed to see all of a sudden, lighted up as a vast plain under a flaming sky, the problem of the nature of the criminal—an atavistic being who reproduces in his person the ferocious instincts of primitive humanity and the inferior animals. Thus were explained anatomically the enormous jaws, high cheek-bones, prominent superciliary arches, solitary lines in the palms, extreme size of the orbits, handle-shaped or sessile ears found in criminals, savages, and apes, insensibility to pain, extremely acute sight, tattooing, excessive idleness, love of orgies, and the irresistible craving for evil for its own sake, the desire not only to extinguish life in the victim, but to mutilate the corpse, tear its flesh, and drink its blood.”*



Klinicko-anatomický význam této variace a její vztah k Arnoldově-Chiariho malformaci však zůstává i více než 100 let od jejího popisu dosud neobjasněn (Kunc et al., 2020a). Pro ilustraci je dalším dle Lombrosa typickým znak kriminálního vzhled lalůčku (Obrázek 2).

V druhé polovině 20. století měla na rozvoj oboru významný vliv publikace atlasu



Obrázek 2: Lombroso, Criminal man (1911), str. 224: Typický lalůček ucha kriminálního.

anatomických variací Ronaldem Bergmannem, jehož aktualizovanou verzi používají anatomové i klinici do současnosti (Tubbs et al., 2016).

Míra odchylek tvarů určuje náš jedinečný vzhled, což nás přivádí k termínu *normální variabilita*. Je zřejmé, že pokud libovolnou strukturu přesně změříme, bude do určité míry u každého jedince odlišná. Načrtnout pomyslnou hranici mezi normou a variantou je velmi obtížné a stran anatomické vědy je nezbytná přesná definice normy, která by měla odpovídat nejčastěji se vyskytujícímu stavu. Bohužel v tomto hledisku je anatomická literatura často nepřesná. K této nepřesnosti přispívá i nejednotnost názvosloví anatomických variací, které mají často mnoho synonym (Kachlík et al., 2020). Celá situace je obtížná i z dalšího úhlu pohledu, neboť jednotlivé populace se liší a norma nemusí být u každé z nich stejná.

Velmi tenká a nejasná hranice je také mezi pojetím patologické odchylky, anatomické variace a anomálie. Anatomická varianta/variace by měla být taková, která jedince nepoškozuje a není součástí nemoci. Nemoc v pojetí WHO definujeme jako opak zdraví: „*a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity*” (World Health Organization, 1946). Mnoho variací ale předurčuje k rozvoji patologických stavů – v rámci klinické variability horní končetiny především

k útlakovým neuropatiím. Termín anomálie se občas používá pro strukturu mající libovolný nepříznivý (i vzhledový) vliv na jedince, ale pro jeho nejasnost se mu v rámci anatomické terminologie raději vyhýbáme (Tubbs et al., 2016). Je zřejmé, že mnoho odchylek se pohybuje na pomezí a není lehké je zařadit – proto se zpravidla držíme zažitého pojetí. Například polydaktylie je v některých kulturách či u některých jedinců vnímána dokonce příznivě, je však tradičně řazena mezi vývojové vady.

V rámci této práce se budeme soustředit na anatomické variace v oblasti ruky a předloktí s důrazem na ty, které mají klinický význam. Podrobněji budou rozebrány ty, které byly předmětem vědeckých publikací autora.

## **1.2. Ruka**

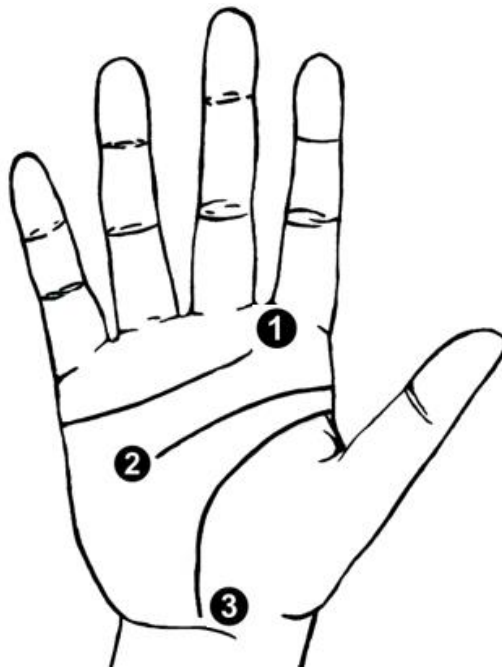
V tuzemské topografické anatomii tradičně vymezujeme ruku jako krajinu od konečku prstů po zápěstí ohybové rýhy. Můžeme ji blíže rozdělit na prstovou krajinu obsahující ventrálně *regio palmaris digiti* a dorzálně *dorsum digiti*, dlaň (*regio palmaris*), skládající se ze dvou valů – thenaru (palenčíku) a hypothenaru (malíčnicku), a hřbet ruky (*regio dorsalis manus*) (Grim et al., 2008; Kachlík et al., 2010).

### **1.2.1. Variabilita palmárních rýh**

Povrchová variabilita lidské ruky ve formě palmárních (dlaňových) rýh se stala předmětem celé řady mýtů a lidových kultur. V evropském prostředí se jedná především o věštbu budoucnosti daného jedince. V interpretacích vědecké literatury se někteří chirurgové pokoušeli o podobnou „věštbu“ hlouběji uložených struktur ruky, ať už pomocí měření přesných vztahů jednotlivých struktur k palmárním rýhám (Kwiatkowska et al., 2014), nebo interpretací založené na hypotéze vztahu průběhu palmárních rýh k přítomnosti hypertrofických svalů. Vliv hypertrofických svalů byl popsán například na průběh *ramus recurrens nervi mediani* (RRNM) (Green a Morgan, 2008). Vědecké práce soustředící se na měření vztahů mezi povrchovými a hlubokými strukturami tak většinou činí na setiny milimetru. Je ovšem nutné vytknout, že často nedefinují výchozí struktury. Například *os pisiforme* má v průměru zhruba 50 mm, pokud je však uvedena „vzdálenost od *os pisiforme*“ není zřejmé, jedná-li se o vzdálenost od středu, od kraje nebo od jiné výrazné části kosti. Podrobněji o celé problematice viz níže (Příloha 1).

Významné variabilitě podléhají i vedlejší palmární rýhy, jejich význam je především v klinické genetice a forezních vědách. Vzhledem k šíři této problematiky a nízkému významu pro chirurgické obory se touto problematikou nebudeme dále zabírat.

V rámci normy rozeznáváme na dlani tři hlavní palmární rýhy. Jejich názvosloví je velmi různorodé. V anglické literatuře jsou nejčastěji označovány jako *distal palmar crease* a *proximal palmar crease* (Obrázek 3).



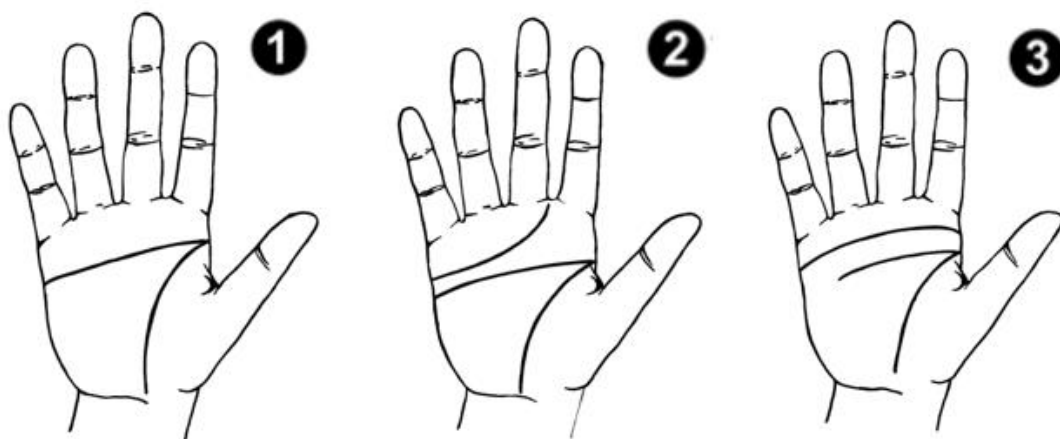
Obrázek 3: Palmární rýhy: 1) *distal palmar crease* 2) *proximal palmar crease* 3) *radial longitudinal crease*

V českém prostředí vznikla studie s návrhem názvosloví *sulcus transversus radialis*, *sulcus transversus ulnaris* a *sulcus longitudinalis thenaris* (Kachlík et al., 2016). Používané termíny v tuzemské i zahraniční literatuře jsou velice různorodé (Tabulka 1). V některých textech je mezi hlavní palmární rýhy řazena i rýha nacházející se zpravidla na úrovni třetího až čtvrtého metakarpu běžící souběžně s *radial longitudinal crease* (Petrovický a Doskočil, 2001; Alter, 1970), která se v anglické literatuře označuje jako *intermediate longitudinal crease* (Standring et al., 2016).

**Tabulka 1:** Srovnání názvosloví čtyř hlavních palmárních rýh v tradiční tuzemské i zahraniční anatomické literatuře.

Park et al, 2010	<i>radial longitudinal crease</i>	-	<i>proximal transverse crease</i>	<i>distal transverse crease</i>
Alter, 1970	<i>thenar crease</i>	<i>middle ring finger crease, ring finger crease</i>	<i>proximal transverse crease</i>	<i>distal transverse crease</i>
Standring et al., 2016	<i>radial longitudinal crease</i>	<i>intermediate longitudinal crease</i>	<i>proximal transverse crease</i>	<i>distal transverse crease</i>
Kaplan, 1965	<i>thenar crease</i>	-	<i>middle crease</i>	<i>distal crease</i>
Kachlík et al., 2016	<i>sulcus longitudinalis thenaris</i>	<i>sulcus longitudinalis medianus</i>	<i>sulcus transversus radialis</i>	<i>sulcus transversus ulnaris</i>
Petrovický a Doskočil, 2001	<i>linea oppositionis pollicis</i>	<i>linea axialis manus</i>	<i>linea manus clausae</i>	<i>linea occlusionis digitorum trium ulnarium</i>

Variabilitu průběhu palmárních rýh popisuje nejlépe studie Parka et al. (2010), ve které byla publikována klasifikace založená na variabilitě jejich průběhu (Obrázek 4). Za zmínku stojí specifická uspořádání, která byla dosud v literatuře popsána tři – Simianská rýha, Sydneyská rýha a Suwonská rýha. Park et al. udávají prevalenci jednotlivých typů v korejské populaci zanesené do přesné souřadnicové mapy dlaně. Variabilita palmárních rýh v evropské populaci však nebyla dosud systematicky prozkoumána.



Obrázek 4: Specifická uspořádání palmárních rýh – 1) Simianská rýha; 2) Sydneyská rýha; 3) Suwonská rýha.

Zajímavá a klinicky významná je Simianská rýha pojmenovaná pro svou podobu s podřádem opic (*Simiiformes*), která se u člověka typicky vyskytuje u pacientů s Downovým syndromem a dalšími syndromy založenými na chromozómových defektech (Wahl et al., 2019). Sydneyská rýha byla popsána v australském Sydney roku 1968 (Purvis-Smith a Menser, 1968). Suwonská rýha byla popsána až roku 2010 v korejské populaci a o jejím výskytu toho není příliš známo, neboť zatím byly provedeny podobné studie pouze v Indii a Nigérii (Park et al., 2010; Sharma a Sharma, 2011; Paul et al., 2016).

### 1.2.2. Variabilita svalů ruky

Variabilita svalů ruky má pravděpodobně významný vliv na naši zručnost. Při stahu extrinzických (svaly začínající na předloktí) flexorů prstů dochází ke flexi daného prstu, přičemž ostatní prsty jsou udržovány v extenzi vlivem extrinzických a intrinzických (svaly začínající na ruce) antagonistů. Vyzveme-li několik jedinců se zdravými končetinami k aktivní flexi jednotlivých prstů s aktivním držením ostatních prstů v extenzi, všimneme si, že každý jedinec má tuto schopnost odlišnou a zpravidla dojde v krajních polohách k mírné flexi i dalších prstů (van den Noort et al., 2016).

Například pokrčí-li člověk malík v *art. interphalangea proximalis* (PIP) a *art. interphalangea distalis* (DIP) s aktivním držením zbytku prstů v extenzi v obou zmíněných kloubech, dojde zpravidla ke společnému pokrčení i ukazováku nebo prostředníku. Tento jev může být vysvětlen mnoha způsoby, ale nepochybně se na něm významně podílí i anatomická variabilita svalů ruky a svalů předloktí (Lang a Schieber, 2004).

### 1.2.3. Svaly dlaně

Mezi svaly dlaně řadíme *mm. interossei palmares et dorsales* a *mm. lumbricales*. *Mm. interossei* jsou inervovány z *n. ulnaris*, ač jsou v literatuře popsány výjimky, například inervace *m. interosseus dorsalis primus* z *n. medianus* (Tountas a Bergman, 1993).

*Mm. interossei dorsales* jsou čtyři, *mm. interossei palmares* tři. Mají hlubokou a povrchovou část. Všechny jsou inervovány cestou *ramus profundus n. ulnaris* a jejich variabilita je vzácná. Bylo popsáno jejich zdvojení nebo absence. Výraznější variabilita je pak v míře rozdělení nebo splynutí povrchové a hluboké části (Tubbs et al., 2016; Kaplan, 1965). I vzhledem k obtížné kvantifikaci a pravděpodobné nízké klinické relevanci podrobné morfologické studie zatím chybějí.

#### 1.2.3.1. Variabilita *musculi lumbricales*

*Musculi lumbricales* jsou v lidské ruce čtyři. Svoje označení získaly z latinského slova *lumbricus* (žížala) a poprvé byly popsány už v roce 1556 (Sylvio, 1556). Z laterální strany k mediální je označujeme jako ML1 – 4. Obvykle začínají na šlachách *m. flexor digitorum profundus* (MFDP) a upínají se na laterální straně prstu do extenzorového aparátu pomocí laterálního pruhu (*lateral band*) (Kaur, 2013). Systematické latinské i české názvosloví pro části dorzální aponeurózy dosud v literatuře chybí. V klinické praxi je nejčastěji používána anglosaská terminologie, kterou proto uvádíme vždy v závorce. Variabilita *mm. lumbricales* je relativně častá (Singh et al., 1975; Sawant et al., 2013). Svaly ML1 a ML2 jsou polozpeřené, svaly ML3 a ML4 jsou zpeřené. V naší práci jsme navrhli klasifikaci skládající se z pěti skupin a několika podskupin. Skupina 1 sestává z variant svalového začátku, může se jednat o zpeřené svaly ML1 nebo ML2, nebo polozpeřené svaly ML3 a ML4. Častou variací jsou přídavná svalová vlákna z okolních svalů. Nejčastěji se oddělují z *m. flexor digitorum superficialis* (MFDS) a *m. flexor pollicis longus* (MFPL), mohou ale začínat na libovolných strukturách v okolí včetně *retinaculum mm. flexorum*. Při proximálním posunu svalového začátku dochází k jejich průběhu skrz *canalis carpi* a tím i ke zvýšení rizika rozvoje syndromu karpálního tunelu (Kunc et al., 2019). Skupina 2 obsahuje varianty svalového úponu, jedná se tedy o přídavné úponové místo (nejčastěji na základním článku prstu), zcela odlišné místo úponu (nejčastěji na mediální straně přilehlého prstu), rozdělený úpon (upíná se jak laterálně, tak mediálně) nebo úpon *m. lumbricalis* pouze na základní článek bez připojení k dorzálnímu aparátu prstu. Skupina 3 představuje variabilitu inervace. Svaly ML1 a ML2 jsou klasicky inervovány z *n. medianus* a svaly ML3 a ML4 z *n. ulnaris*. Variabilní inervace se může pohybovat kdekoli mezi inervací všech svalů z *n. medianus* po

výhradní inervaci z *n. ulnaris*. Skupina 4 zahrnuje variabilitu počtu, tedy přídatné svalové bříško, nebo úplné chybění svalu. Do skupiny 5 řadíme variabilitu morfometrických parametrů, například šířku a délku svalu (Příloha 2).

### 1.2.3.2. Svaly thenaru

Thenarová masa se skládá ze čtyř svalů: povrchově uloženého *m. abductor pollicis brevis* (MAPB), dvojhlavého *m. flexor pollicis brevis* (MFPB), kratšího *m. opponens pollicis* (MOP), které všechny tři začínají na *eminentia carpi radialis*, a hlubokého dvojhlavého *m. adductor pollicis* (MAP).

MAPB se upíná na bázi základního článku palce z laterální strany na zde uloženou sezamskou kůstku (*os sesamoideum pollicis laterale*), MOP se upíná na první metakarp (*crista m. opponens pollicis* na jeho laterální straně) a pod zbylé dva svaly povrchové vrstvy se schovává. MAPB i MOP jsou inervovány z *n. medianus*. MFPB se sestává ze dvou hlav: *caput superficiale* inervované z *n. medianus* a *caput profundum* inervované z *n. ulnaris*. Povrchová hlava začíná na *os trapezium a retinaculum mm. flexorum*. Hluboká hlava začíná na *os trapezium* a *os capitatum*, mezi oběma hlavami probíhá úponová šlacha MFPL. Obě hlavy se sbíhají a upínají na laterální stranu báze základního článku palce prostřednictvím *os sesamoideum pollicis laterale*.

Hlouběji uložený MAP má rovněž dvě hlavy: *caput transversum* a *caput obliquum*. Šikmá hlava začíná na *os capitatum*, *os trapezoideum* a na bázi druhého a třetího metakarpu, zatímco příčná hlava začíná na dlaňové straně třetího metakarpu. Sval je inervován z *n. ulnaris* (Standring et al., 2016).

#### 1.2.3.2.1. *Musculus flexor pollicis brevis*

Nejrůznější spory a soutěžení mezi Angličany a Francouzi dominují evropské historii od nepaměti. Krátká pře proběhla i na poli anatomie. Zásadní otázkou se stal počet hlav MFPB (Cunningham, 1878). Francouzským učebnicím obhajujícím přítomnost dvou hlav dali za pravdu až londýnští anatomové Day a Napier (Day a Napier, 1961). Po Cruveilhierovi, který roku 1834 popsal *caput superficiale* a *caput profundum* jsou někdy tyto hlavy označovány eponymem (Cruveilhier, 1834). Day a Napier rozlišili 4 typy MFPB. U typu I v 81,5 % (53/65) se obě hlavy upínají na *os sesamoideum pollicis laterale*, u typu II v 22,2 % (8/36) se *caput profundum* rozdvojuje a upíná na obě sezamské kůstky. Typ III vykazuje úpon *caput profundum* na *os sesamoideum pollicis mediale* a vyskytuje se nejvzácněji (v 1,5 % (1/65)). Typ IV je nepřítomnost *caput profundum*, nalezené ve 4,6 % (3/65) (Day a Napier, 1961).

Vzácně může celý sval chybět, většinou v kombinaci s chyběním dalších svalů (Iyer a Stanley, 1982). V případě spojení svalů s hypoplázií palce stav považujeme za vývojovou vadu (Rayan, 1984).

#### **1.2.3.2.2. *Musculus abductor pollicis brevis* a *m. opponens pollicis***

Byla popsána variabilita začátku MAPB, který se může nalézat na *os scaphoideum* nebo na MAPL, odkud také mohou přicházet přídatná svalová vlákna (Tubbs et al. 2016; Doyle a Botte, 2003). Přídatný pruh může vyzařovat i povrchově do podkoží. Sval může chybět, být zdvojen, nebo dokonce ztrojen (Tubbs, et al. 2016; Tountas a Bergman, 1993; Aydin et al., 2013).

*M. opponens pollicis* nebyl zatím podrobně zkoumán a jeho variabilita je považována za méně častou (Tubbs et al., 2016). Tento sval může vzácně chybět (Doyle a Botte, 2003).

#### **1.2.3.2.3. *Musculus adductor pollicis***

Klinický význam *m. adductor pollicis* tkví především v jeho využití jako ukazatele některých parametrů celkového stavu pacienta, k čemuž se využívá měření jeho šířky, která činí průměrně 26,1 mm u mužů a 19,8 mm u žen (Gonzalez, et al., 2010). Dále se navrhuje jeho využití v antropometrickém posouzení stavu výživy pacienta za pomoci měření šířky kožní řasy posuvným měřidlem (Lameu et al., 2004).

Sval může mít přídatnou hlavu označovanou jako *m. adductor pollicis accessorius* začínající na prvním metakarpu (Bello-Hellegouarch et al., 2013).

#### **1.2.3.3. Svaly hypothenaru**

Masa hypothenaru se skládá z *m. abductor digiti minimi*, *m. opponens digiti minimi* a *m. flexor digiti minimi*. Přestože variabilita stran začátku a úponu je značná, její klinický význam je malý. Byla popsána varianta *m. abductor digiti minimi* začínající z *fascia antebrachii* procházející skrz *canalis ulnaris* a tedy mající možný vliv na útlak *n. ulnaris* (Wood, 1868). Tyto svaly mohou často chybět, mít dvě hlavy, nebo spolu navzájem splývat (Tubbs et al., 2016).

#### **1.2.3.4. Svaly na hřbetu ruky**

V rámci normy na hřbetu ruky žádné svaly nezačínají, pouze tudy probíhají šlachy svalů předloktí. Variabilně se zde může vyskytovat *m. extensor digitorum brevis* (MEDB) (Tan a Smith, 1999; Tountas a Bergman, 1993). MEDB je vzácný sval začínající na hřbetu ruky a



upínající se do dorzální aponeurózy prstů. Často je na hřbetu ruky hmatný i viditelný. Vyskytuje se napříč populacemi ve 2 % případů (s výjimkou indické – 4,2 %). Zpravidla má šlachy pouze k jednomu prstu, která se v analýze dosud popsaných případů v 77 % upínala na ukazovák a ve 23 % na prostředník (Yammine, 2015a). Někdy je tento sval také označován jako *m. extensor indicis brevis* nebo *m. extensor tertius brevis* (Caudwell et al., 1943). Jsou popsány případy svalu až se čtyřmi šlachami (Le Double, 1897).

V případě chybění *m. extensor indicis* (MEI) je pravděpodobnost výskytu MEDB 50 %. MEDB začíná na dorzální části kloubního pouzdra zápěstního kloubu, distální části vřetenní kosti nebo proximální části metakarpů. Úpon MEDB často splývá s úponem MEI. Na podkladě variability úponu byla také vytvořena Ogurova klasifikace, která rozlišuje tři typy. (Ogura et al., 1987).

- Typ I – MEDB se upíná do dorzální aponeurózy ukazováku při absenci MEI
- Typ II – MEDB i MEI se upínají do dorzální aponeurózy ukazováku
- Typ III – MEDB se upíná do dorzální aponeurózy prostředníku a MEI standardně do dorzální aponeurózy ukazováku

Ogura et al. zaznamenali ve 25 % (17/68) přítomnost ganglia na dorzální straně zápěstí. Několik pacientů (50 % dle Gama; 17,2 % dle Ogury et al.) vyžadovalo operaci z důvodu bolesti s maximem při extenzi v zápěstí. Gama u těchto pacientů provedl zároveň i excizi svalu. (Gama, 1983; Ogura et al., 1987) Některými pracemi je doporučováno protětí části *retinaculum mm. extensorum* u proximálněji začínajícího MEDB (Ross a Troy, 1969).

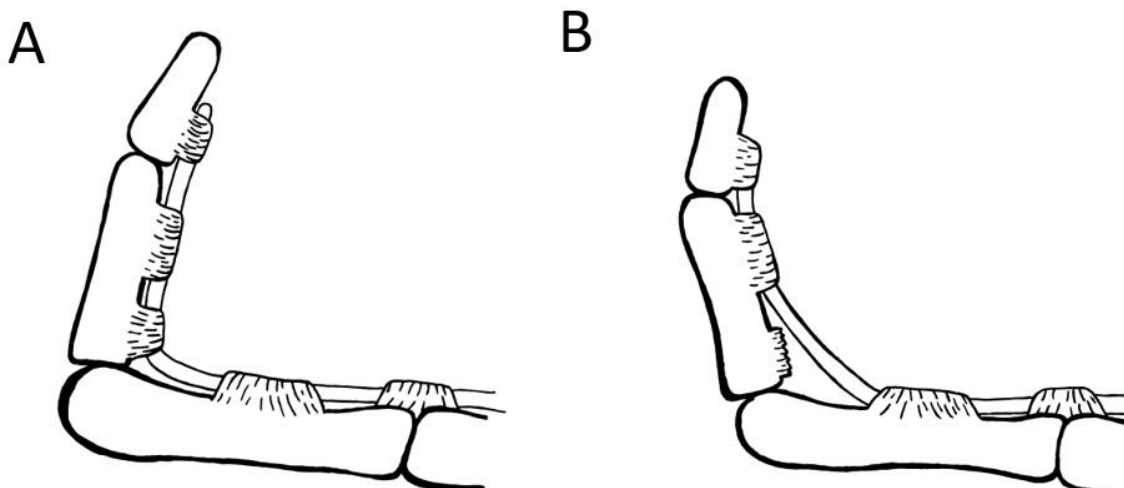
#### **1.2.4. Variabilita vazivových struktur ruky**

Variabilita jednotlivých vazů je především morfometrická a rozsah jejich začátků a úponů má často významný biomechanický vliv, podílející se na vrozené stabilitě kloubu (Rozmaryn, 2017). V následující kapitole se budeme věnovat spíše dalším vazivovým strukturám ruky, jako jsou šlachové pochvy, šlachová poutka nebo šlachové úvazy, jež jsou v literatuře podrobně popsány.

##### **1.2.4.1. Šlachové pochvy prstů**

Šlachový obal MFDS, MFDP a MFPL (*vaginae digitorum manus*) se v oblasti prstů skládá ze dvou částí. Hlubší *vagina synovialis (pars membranacea)* je vyplněna synoviální tekutinou a má dvě hlavní funkce: 1) umožňuje hladký a klouzavý pohyb; 2) zajišťuje část výživy šlach. Tato část zahrnuje také četné výchlípky umožňující natahování prstů.

Povrchově je uložena *vagina fibrosa (pars retinacularis)* vytvářející systém poutek (*partes anulares et cruciformes*) držící šlachy MFDS, MFDP a MFPL v těsném kontaktu s články prstů a metakarpy, čímž zvyšuje jejich biomechanickou efektivitu a zabraňuje vzniku fenoménu tětivy (Obrázek 5; Strauch a de Moura, 1985; Mih, 1998).

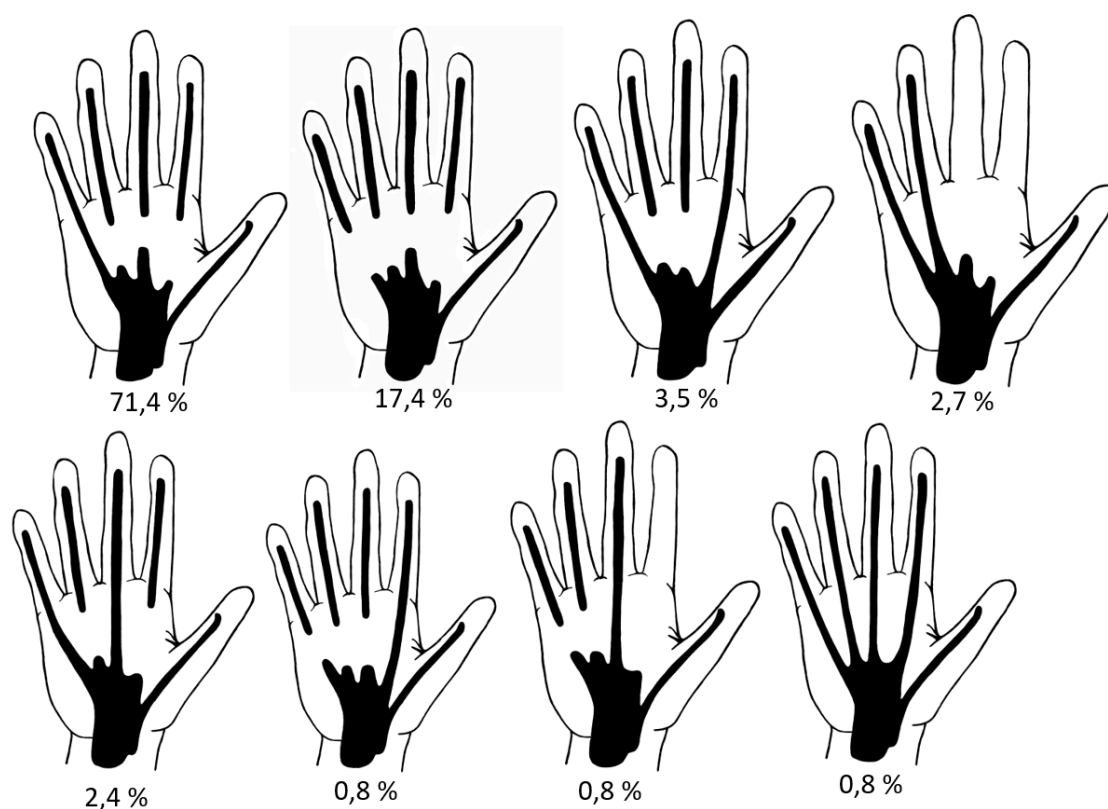


Obrázek 5: Na levé straně (A) fyziologický stav funkce poutek. Fenomén tětivy na pravém obrázku (B) při insuficienci systému poutek (obrázek zpracovali Kateřina a Vojtěch Janečkovi).

V klasickém uspořádání rozlišujeme pět šlachových pochev prstů. Šlachová pochva pro palec (*vagina tendinis musculi flexoris pollicis longi*) pokračující ze zápěstí, tři šlachové pochvy pro druhý až čtvrtý prst (*vaginae digitorum manus*) a šlachová pochva pro malík, rovněž pokračující ze zápěstí a dlaně, zde zabírá šlachy MFDS a MFDP všech prstů jako *vagina communis tendinum musculorum flexorum* (Standring et al., 2016). Zajímavé je, že přestože toto uspořádání přebírá celá řada učebnic, tak se u člověka vyskytuje pouze v malém počtu případů. Dosud nebyl popsán stav, ve kterém by tyto pochvy překračovaly DIP a procházely na koncový článek prstu (Doyle, 1988).

Variabilita uspořádání *vagina synovialis* je klinicky významná při šíření infekcí a vysvětluje jejich často na první pohled nelogické šíření. V rámci popisu variability používáme vedle ustálených termínů také klinické termíny *bursa ulnaris* a *bursa radialis*. *Bursa ulnaris* označuje společnou šlachovou pochvu MFDS a MFDP v dlani a v rámci klasicky popisovaného uspořádání v anatomických učebnicích je součástí *vagina communis tendinum musculorum flexorum*. *Bursa radialis* označuje šlachovou pochvu MFPL na stejné úrovni, v rámci klasického uspořádání jako součást *vagina tendinis musculi flexoris pollicis longi*.

Tyto dvě šlachové pochvy jsou propojeny v 80 % případů (Scheldrup, 1951; Doyle, 1988). V případě, že zároveň komunikují se šlachovou pochvou malíku a ukazováku, tak mohou vytvářet absces tvaru koňské podkovy (Draeger a Bynum, 2012). Variabilita je podrobněji vidět na obrázku 6. Napříč pracemi se prevalence jednotlivých typů výrazně liší, ovšem důležité je z klinického hlediska porozumění možnostem šíření infekce (Scheldrup, 1951; Phillips et al., 1995).



Obrázek 6: Na podkladě práce Dreager a Bynum (2012): Možná uspořádání pochev prstů s prevalencí dle Dreagera a Bynuma (obrázek zpracovali Vojtěch a Kateřina Janečkovi).

Infekce těchto prostorů jsou velmi závažné a i při včasné řešení a akutní intervenci mohou vést k rozvoji ztuhlosti, někdy až k nutnosti amputace celého prstu (Giladi et al., 2015). Pro včasné odhalení, které je pro šanci na dobrý výsledek nezbytné, se často užívají tzv. Kanavelova kardinální kritéria: 1) pohmatová bolestivost v rozsahu šlachové pochvy; 2) poloha prstu v semiflexi; 3) bolestivost při extenzi prstu s maximem při proximálním okraji; a 4) difúzní otok a zarudnutí v průběhu celého prstu (Kanavel, 1912). Specificita těchto kritérií je v literatuře udávána mezi 91 % a 97 % (Kennedy, et al., 2017).

#### 1.2.4.2. Poutka palce

Poutka palce obsahují tradičně tři hlavní složky 1) *pars anularis proximalis* (*proximal annular pulley*; Ap1), 2) *pars cruciformis* (*oblique pulley*; OP); a 3) *pars anularis distalis* (*distal annular pulley*, Ad2), které se obtáčí okolo šlachy MFPL (Doyle a Blythe, 1977). Stejně jako u dorzální aponeurózy, ani zde nemáme ustálené české ani latinské názvosloví, a proto se držíme anglosaského. Předmětem vědeckých studií (bohužel vesměs na malém vzorku) se stala především OP, také označována jako „*Y-shaped fiber complex*“, v návaznosti na dvě komponenty – kruhovou a šikmou (Schmidt a Fisher, 1999). Později byla dokonce objevena *variable annular pulley* (Av) nacházející se mezi Ap1 a OP (Bayat et al., 2002). V práci Schuberta et al. byly na podkladě preparace 75 palců definovány čtyři základní typy uspořádání poutek palce. Typ I je tradiční uspořádání (Ap1-OP-Ad2) a vyskytuje se v 7 % případů. Typ II (Ap1-Y komplex-Ad2) se vyskytuje v 39 % případů. Typ III (Ap1-Av-OP-Ad2) se také vyskytuje v 39 % případů, přičemž rozdíl oproti typu II je velmi jemný – jedná se o oddělení šikmé a příčné komponenty Y-komplexu. Typ IV obsahuje splynutá poutka Ap1 a Av a vyskytuje se v 16 % případů. Poutka byla na obou končetinách symetrická v 74 % případů. Poloha poutka Ap1 byla v typickém umístění u *art. metacarpophalangea pollicis* v 72 ze 73 případů (Schubert et al., 2012).

Význam těchto variací tkví především při chirurgickém řešení syndromu lupavého palce, při němž dochází k nedostatečnému prokluzu šlachy MFPL pod poutkem Ap1 v důsledku synovialitidy. S podobným stavem se můžeme setkat i u dětí. Jedná-li se o stav vrozený nebo získaný, není dosud objasněno. Slabá evidence v práci Kikuchi a Ogino se kloní k získanému stavu. Z 601 dítěte vyšetřeného po narození žádné nemělo lupavý palec. Z tohoto vzorku se u dvou rozvinul v 8. a 11. měsíci, u 3 dalších v 15., 21., a 30. měsíci (Kikuchi a Ogino, 2006).

V rámci chirurgického řešení je při protěti poutka Ap1 nutné kontrolovat i poutko Av (v případě jeho přítomnosti). Nedostatečné uvolnění může vést k přetrvávání nebo návratu příznaků. Naopak přílišné uvolnění ke vzniku efektu tětivy (Bayat et al., 2002). V současné literatuře není doporučováno současné rutinní protínání poutek Ap1 a Av (Schubert et al., 2012).

#### 1.2.4.3. Poutka prstů

Normální uspořádání poutek prstů je zpravidla popisováno jako pět kruhových poutek / *pars anularis* (A1–A5) a tři poutka zkřížená / *pars cruciformis* (C1–C3) (Goldstein, et al., 1984;

Kleinert et al., 1981). Poutko A1 se vyskytuje nad *art. metacarpophalangea* (MCP), poutko A2 nad základním článkem prstu, A3 nad *fibrocartilago palmaris* („volární ploténkou“) PIP kloubu, poutko A4 nad středním článkem prstu a poutko A5 nad DIP kloubem (Karey, et al., 1987; Lin et al., 1989). Zkřížená poutka vyplňují prostor mezi kruhovými poutky (poutko C1 mezi A2 a A3, poutko C2 mezi A3 a A4 a poutko C3 mezi poutky A4 a A5) (Amadio et al., 1989). Dorzální část pomyslného kanálu krytého poutky je tvořena ze základních a středních článků prstů, *lig. metacarpale transversum profundum* a *fibrocartilago palmaris* v MCP, DIP a PIP kloubech (Doyle, 1988).

Manske a Lasker popisují dále tzv. *palmar aponeurosis pulley* (PA), které je tvořeno distální částí palmární aponeurózy (*pars transversa*) a jejími úpony (Manske a Lesker, 1983). Přestože tato struktura do jisté míry plní podobnou funkci, je anatomicky zcela odlišná. Podobně je předpokládán biomechanický vliv *retinaculum mm. flexorum*, které také tradičně mezi systémem poutek neřadíme. Někteří autoři dokonce tento vaz rekonstruují při řešení syndromu karpálního tunelu ze strachu z oslabení síly úchopu (Netscher et al., 1997).

Strauch a de Moura používají dělení poutek na proximální a distální (Strauch a de Moura, 1985). Dle Lina et al. jsou poutka A1–A5 a C1–C3 vždy přítomna, liší se však svojí délkou a zkřížená poutka jsou zhruba v jedné čtvrtině případů tvořena pouze jedním zkříženým pruhem (Lin et al., 1989). Ve studii Doylea byl popsán stav propojení poutka A1 a A2 v 5 % případů a jejich vzdálenost se pohybovala od 0,4 do 4,1 mm. V případech spojených poutek však byla část poutka mezi původním A1 a A2 zeslabená, což umožňovalo flexi v MCP kloubu bez deformování poutka. Propojení poutek A1 a A2 je významné při chirurgickém řešení syndromu lupavého prstu, kdy by protětí spojených poutek v celém rozsahu mohlo vést k rozvoji fenoménu tětivy. Při experimentálním protětím poutek A1 a A2 měla vliv na omezení flexe přítomnost PA poutka. Ztráta flexe se pohybovala do 12,6 % v případě porušení poutek PA, A1 i A2 (Doyle, 1988).

Poutko A2 je konstantní, poutko A3 chybí ve 13 % a může být rozdvojené, poutko A4 chybí ve 2 %, a poutko A5 chybí v 7 % a může být tvar písmene „Y“. V této studii je také popsán přídatné poutko C mezi poutky C1 a A3 (Doyle, 1988). Nejvýznamnější v prevenci vzniku fenoménu tětivy jsou poutka A2 a A4 (Idler, 1985; Lin et al., 1989). Současné trendy v sutuře šlach flexorů se od významu poutka A4 odklánějí (Tang, 2014).

#### 1.2.4.4. Šlachové úvazy

Šlachové úvazy (*vincula*) slouží k výživě šlach MFDS a MFDP (Obrázek 7). Rozlišujeme krátké a dlouhé šlachové úvazy (Lundborg, et al., 1977). Krátké jsou dva; první, *vinculum breve superficiale*, začíná v oblasti *fibrocartilago palmaris* PIP kloubu a běží ke šlaše MFDS ve stejné úrovni. Druhé, *vinculum breve profundum*, začíná nad distální částí středního článku prstu a běží ke šlaše MFDP v blízkosti jejího úponu. Krátké šlachové úvazy se vyskytují soudržně bez popsaných variací (Ochiai et al., 1979). Dlouhé šlachové úvazy jsou také dva: *vinculum longum superficiale* (VLS) začínající v proximální třetině základního článku prstu a *vinculum longum profundum* (VLP) se vyskytuje v okolí PIP kloubu. Variabilita dlouhých šlachových úvazů je značná. Rozlišujeme čtyři typy VLS:

- laterální – VLS vychází z laterální strany
- mediální – VLS vychází z mediální strany
- zdvojený – VLS vychází jak z mediální, tak laterální strany
- chybějící – VLS je zcela nepřítomno



Obrázek 7: Anatomický preparát se šlachovými úvazy (viz šipky).

Tyto údaje je ovšem třeba brát s rezervou, neboť originální součty jednotlivých variací v původní práci hrubě neodpovídají celkovému počtu preparovaných prstů – proto zde celkovou prevalenci z původní práce neuvádíme. VLP jsou popsány čtyři typy (Ochiai et al., 1979):

- distální typ – VLP začíná na úrovni úponu MFDS a upíná se přímo do MFDP

- střední typ – VLP začíná z *vinculum breve superficiale*
- proximální typ – VLP začíná mezi dvěma úponovými částmi MFDS
- chybějící

### 1.2.5. Variabilita cévních struktur

Tepenné zásobení ruky je zajišťováno zejména z *a. radialis* a *a. ulnaris*. Anastomózy obou tepen vytvářejí *arcus palmaris superficialis* a *arcus palmaris profundus*. Z *arcus palmaris superficialis* tvořeného pokračováním kmene *a. ulnaris* a *ramus palmaris superficialis a. radialis* vystupují *aa. digitales palmares communes*, ze kterých pod *lig. metacarpale transversum superficiale (lig. natatorium)* vycházejí konečné *aa. digitales palmares propriae*. *Arcus palmaris profundus* je tvořen pokračováním kmene *a. radialis* a *ramus palmaris profundus a. ulnaris* a vydává *aa. metacarpales palmares*, které se spojují s distálním úsekem *arcus palmaris superficialis* přes *aa. digitales palmares communes*. Laterální a mediální *aa. digitales palmares propriae* jsou v okolí PIP a DIP kloubu propojeny anastomózami – proximálně od PIP kloubu skrze *arcus digitalis palmaris proximalis*, který se nachází pod úpony *fibrocartilago palmaris*, a skrze *arcus digitalis palmaris medius et distalis*, které se nacházejí proximálně a distálně od DIP kloubu.

Tepenné zásobení palce je tvořené větvemi z *a. metacarpalis dorsalis prima* vycházející z koncové části kmene *a. radialis* a z *a. metacarpalis palmaris prima* vycházející z přechodu *a. radialis* do *arcus palmaris profundus*.

#### 1.2.5.1. Variabilita *arcus palmaris superficialis et profundus*

*Arcus palmaris superficialis* můžeme dělit na otevřený a uzavřený na podkladě toho, zda obě jeho části vytvářejí anastomózu. Touto variabilitou se zabírala celá řada studií značně se odlišujících v prevalenci jednotlivých typů. Vliv na tyto značné rozdíly mají často nízké vzorky jednotlivých studií (Feigl et al., 2012). Variabilita *arcus palmaris superficialis* je dělena na podkladě dvou klasifikací.

Lippert a Pabst (L&P) rozlišují typ A (kompletní/uzavřený/plný oblouk) a typ B (nekompletní/otevřený/neúplný oblouk) s několika podtypy (Tabulka 2; Lippert a Pabst, 1985).

Druhá, Jaschtschinskova klasifikace také dělí *arcus palmaris superficialis* na uzavřený a otevřený. Mezi uzavřené patří *typus radioulnaris* (odpovídající typu L&P A1), *typus medianoulnaris* (L&P typ A2), *typus radiomedianoulnaris* (L&P typ A3), *typus ulnaris* (L&P typ B1) a *typus radiomedianus* (Jaschtschinski, 1897).

Tabulka 2: Klasifikace *arcus palmaris superficialis* dle Lipperta a Pabsta (1985).

Typ	Systematický název	Popis
A1	<i>arcus radioulnaris</i>	klasická anastomóza mezi <i>a. ulnaris</i> a <i>a. radialis</i>
A2	<i>arcus medianoulnaris</i>	anastomóza mezi <i>a. mediana</i> a <i>a. ulnaris</i>
A3	<i>arcus radiomedianoulnaris</i>	anastomóza mezi <i>a. ulnaris</i> , <i>a. radialis</i> a <i>a. mediana</i>
A4	<i>arcus profundoulnaris</i>	anastomóza mezi <i>ramus profundus a. radialis</i> a <i>a. ulnaris</i>
A5	<i>arcus medianoradialis</i>	anastomóza mezi <i>ramus superficialis a. radialis</i> a <i>a. mediana</i>
B1	-	<i>a. ulnaris</i> vytváří tepny prstů bez anastomózy s okolními cévami
B2	-	<i>a. radialis</i> a <i>a. ulnaris</i> vytvářejí tepny prstů bez vzájemné anastomózy
B3	-	<i>a. ulnaris</i> a <i>a. mediana</i> vytvářejí tepny prstů bez vzájemné anastomózy
B4	-	<i>a. radialis</i> , <i>a. ulnaris</i> a <i>a. mediana</i> vytvářejí tepny prstů bez vzájemné anastomózy

Uzavřený *arcus palmaris superficialis* byl popsán v 51,7 % případů: dle L&P klasifikace: A1 v 27,4 %; A2 v 2,9 %; A3 v 0,4 %; A4 v 20,9 % a A5 v 0,1 % případů. Otevřený oblouk se vyskytoval ve zbylých 48,3 % případů: dle L&P klasifikace: B1 v 37,8 %; B2 v 9,3 %; B3 v 0,6 % a B4 také v 0,6 % případů (Feigl et al., 2017). Podrobnější výsledky jsou prezentovány v meta-analýze Zarzeckého et al., kteří popisují i variantu zdvojeného *arcus palmaris superficialis* v 0,7 % případů (Zarzecki et al., 2018). Pro *a. mediana* procházející



skrže *canalis carpi* až na ruku se někdy používá termín *a. mediana persistens manus* nebo *a. comitans nervi mediani manus*.

*Arcus palmaris profundus* je uzavřený mnohem častěji (v 95,2 %) a skládá se výhradně z *a. radialis* a *a. ulnaris* (Zarzecki et al., 2018).

#### **1.2.5.2. Variabilita tepenného zásobení palce**

Tepenné zásobení palce sestává ze čtyř tepen – dvou palmárních a dvou dorzálních – které můžeme označit jako *a. digitalis ulnopalmaris / radiopalmaris / ulnodorsalis / radiodorsalis pollicis*. Palmární systém se vyskytuje konstantně (*a. digitalis ulnopalmaris* v 99,63 % a *a. digitalis radiopalmaris* v 99,26 % případů), na rozdíl od dorzálního, který chybí častěji a má významně menší průměr jednotlivých tepen (*a. digitalis ulnodorsalis pollicis* se vyskytuje v 83,39 % a *a. digitalis radiodorsalis pollicis* v 70,38 % případů). Také zdroje těchto tepen se významně odlišují (Tabulka 3; Miletín et al., 2017).

Tabulka 3: Výskyt jednotlivých tepen zásobujících palec dle Miletína et al. (2017). Zkratky: ADUPP = *a. digitalis ulnopalmaris pollicis*; ADRPP = *a. digitalis radiopalmaris pollicis*; ADUDP = *a. digitalis ulnodorsalis pollicis*; ADRDP = *a. digitalis radiodorsalis pollicis*; APS = *arcus palmaris superficialis*.

Zkratka	Zdroj	Prevalence
ADUPP	<i>a. metacarpalis palmaris prima</i>	63,15 %
	<i>a. metacarpalis dorsalis prima</i>	20,54 %
	<i>a. ulnaris</i>	10,83 %
	<i>arcus palmaris superficialis</i>	10 %
	<i>a. radialis</i> (otevřený APS)	6,67 %
ADRPP	<i>a. metacarpalis palmaris prima</i>	77,88 %
	<i>a. ulnaris</i>	14,29 %
	<i>ramus superficialis a. radialis</i>	10,86 %
	<i>arcus palmaris superficialis</i>	4,41 %
	<i>a. metacarpalis dorsalis prima</i>	2,53 %
ADUDP	<i>a. metacarpalis palmaris prima</i>	56,95 %
	<i>a. metacarpalis dorsalis prima</i>	20,62 %
	<i>a. radialis</i>	4,75 %
ADRDP	<i>a. metacarpalis palmaris prima</i>	41,48 %
	<i>a. radialis</i>	15,19 %
	<i>arcus palmaris superficialis</i>	5,19 %
	<i>ADRPP</i>	2,96 %

### 1.2.6. Variabilita nervů ruky

Ruka je inervována ze tří nervů – *n. ulnaris*, *n. medianus* a *ramus superficialis n. radialis*, výjimečně na ni zasahují koncové větve z *n. cutaneus antebrachii lateralis*. Senzitivní inervaci zajišťuje *n. ulnaris* pro mediální polovinu čtvrtého prstu a pátý prst palmárně a pro mediální polovinu třetího prstu, čtvrtý a pátý prst dorzálně. *N. medianus* zásobuje kůži zbytku prstů palmárně a dorzálně překračuje na nehtová lůžka. Dorzální část, tedy palec, druhý prst a laterální polovinu třetího prstu inervuje *ramus superficialis n. radialis*.

### 1.2.6.1. Variabilita *n. medianus*

*N. medianus* se zpravidla v distální části karpálního kanálu pod *retinaculum mm. flexorum* dělí na *ramus medialis et lateralis*. *R. medialis* vedle senzitivních nervů pro prsty vydává i větve inervující většinu svalů thenaru (*m. abductor pollicis brevis*, *m. opponens pollicis*, *caput superficiale m. flexoris pollicis brevis* – v některých případech variabilně *m. interosseus dorsalis primus* a *m. adductor pollicis*) a tedy i zodpovědnou za opozici palce – tzv. *ramus recurrens* (*r. motoricus*; *r. recurrens palmaris*) (Kaplan, 1975; Tountas a Bergman, 1993; Tubbs et al., 2016). Význam této větve tkví především v nebezpečí poškození během protínání *retinaculum mm. flexorum* při operaci syndromu karpálního tunelu. Jedná se o velmi závažnou komplikaci výrazně snižující manipulační schopnost ruky, proto je také někdy mezi chirurgy v USA nazývána slangově jako *million dollars branch* v narážce na případnou finanční ztrátu během soudního sporu (Petrover, et al. 2017).

Variabilitu *n. medianus* během jeho průběhu karpálním kanálem zachycují dvě klasifikace (Tabulka 4). Lanzova klasifikace popisuje obecně variabilitu *n. medianus* uvnitř *canalis carpi* (Lanz, 1977).

Poiselova klasifikace poté rozděluje skupinu 1 dle Lanze na tři další skupiny na podkladě průběhu *r. recurrens* pod *retinaculum mm. flexorum*.

- Typ I se nazývá extraligamentózní – *r. recurrens* se odděluje z *r. medialis* distálně od konce *retinaculum mm. flexorum* a poté se stáčí k palci až distálněji.
- Typ II je subligamentózní – *r. recurrens* se odděluje z *r. medialis* během jeho průběhu v *canalis carpi* a obtáčí se okolo *retinaculum mm. flexorum* zpravidla při jeho distálním okraji.
- Typ III je transligamentózní – *r. recurrens* se odděluje z *r. medialis* během jeho průběhu v *canalis carpi* a proráží skrz *retinaculum mm. flexorum*. Třetí typ je také nejvíce náchylný k poškození především při protínání *retinaculum mm. flexorum* bez přímé vizualizace této větve (Poisel, 1974).

Tabulka 4: Kombinace Lanzovy a Poiselovy klasifikace.

Lanz – Skupina I	Poisel – typ I	Extraligamentózní
	Poisel – typ II	Subligamentózní
	Poisel – typ III	Transligamentózní
Lanz – Skupina II	Přídavné větve <i>n. medianus</i> začínající v distální části <i>canalis carpi</i>	
Lanz – Skupina III	Vysoké dělení <i>n. medianus</i> („ <i>n. medianus bifidus</i> “)	
Lanz – Skupina IV	Přídavné větve <i>n. medianus</i> začínající proximálně od <i>canalis carpi</i>	

V literatuře je často citovaná klasifikace dle Greena a Morgana, kteří průběh *r. recurrens* rozdělili do pěti skupin daných do souvislosti s hypertrofií thenarového svalstva (Green a Morgan, 2010). Cílem této studie bylo upozornit během chirurgického přístupu na variabilní průběh *r. recurrens* ještě před preparací v okolí této větve, a to na základě posouzení neobvyklého úponu svalů thenaru na *retinaculum mm. flexorum*. Vyšší riziko variace bylo stanoveno při výskytu hypertrofických vláken povrchově od *retinaculum mm. flexorum*. Někteří chirurgové tuto práci následně interpretovali tak, že tato hypertrofie svalstva přímo souvisí s průběhem palmárních rýh a je možné na jejím podkladě volit míru miniinvazivity. Na tuto problematiku se soustředila naše studie (Příloha 1; Kunc et al., 2020c). Velmi komplexní popis těchto variací nabízí meta-analytická práce Henryho et al. (Henry et al., 2005).

#### 1.2.6.2. Variabilita *n. ulnaris*

*Nervus ulnaris* proniká do ruky skrze *canalis ulnaris* (Guyonův kanál) a následně se před *hamulus ossis hamati* dělí na *ramus superficialis* a *ramus profundus*. *Ramus superficialis* je zodpovědný za senzitivní inervaci (viz výše) a *ramus profundus* za motorickou inervaci většiny svalů ruky.

Senzitivní inervaci na dorzální straně ruky zajišťuje *ramus cutaneus dorsalis*, který se odděluje z *n. ulnaris* průměrně 6,8 cm proximálně od *procesus styloideus ulnae* (PSU) a můžeme ho rozdělit podle úrovně přeběhnutí *ramus cutaneus dorsalis* přes pomyslnou svislou rovinu ve vztahu k PSU na tři typy:

- Typ I (9 %) přebíhá proximálně od PSU
- Typ II (77 %) přebíhá distálně od PSU
- Typ III (14 %) přebíhá v úrovni PSU

Tato skutečnost má klinický význam především během zavádění artroskopického vstupu 6R, méně při zavádění vstupu 6U a portů pro vizualizaci *art. mediocarpalis*. Proto je žádoucí provést preparaci tkání až ke kloubnímu pouzdru, abychom zabránili poranění této větve právě u typu III. Při zavádění těchto portů neexistuje žádná bezpečná zóna (Uerpaiojkit et al., 2019). Spojka mezi *ramus cutaneus dorsalis* a *ramus superficialis n. radialis* byla popsána ve 26 % případů a ve 2,9 % dokonce docházelo k překrytí inervačních oblastí obou těchto nervů. Chybění *ramus cutaneus dorsalis* se údajně vyskytuje v 6,6 % (Sulaiman et

al., 2015), další práce tento nále z však nepotvrdily (Goto et al., 2010; Uerpaiojkit et al., 2019).

### **1.2.6.3. Variabilita *ramus superficialis n. radialis***

Bohaté koncové větvení *ramus superficialis nervi radialis* a jeho nekonzistentní průběh mohou vést k iatrogennímu poškození při nešetrném chirurgickém přístupu v oblasti radiální části zápěstí. Na distální části předloktí byly popsány případy zdvojení celé větve v kombinaci s přídatnou hlavou *m. brachioradialis* (Herma, et al., 2022). Rovněž spojky mezi *r. superficialis nervi radialis* a *nervus cutaneus antebrachii lateralis* jsou poměrně časté, avšak jejich přesný popis v literatuře stále chybí a údaje jsou rozporuplné (Folberg et al., 2009; Ropar et al., 2010; Sulaiman et al., 2015).

### **1.2.7. Variabilita skeletu**

Varianty týkající se přídatných článků prstů, nebo jejich neobvyklého vzhledu jsou zařazeny mezi vývojové vady ruky a nebudeme se jimi zde v detailu zabírat. Často také doprovázejí genetické syndromy, například hypoplázií palce a Fanconiho anémii (Webb et al., 2011). Výběžek u báze druhého nebo třetího metakarpu, nazývaný *carpal boss*, je zpravidla projevem degenerativních změn. Jeho návaznost na přetrvávající *os styloideum* bude rozebrána u přídatných kostí zápěstí (Park et al., 2008).

#### **1.2.7.1. Variabilita sezamských kostí ruky**

V rámci anatomické variability v pravém slova smyslu se v okolí prstů a metakarpů můžeme setkat s celou řadou sezamských kůstek. Za normu považujeme výskyt sezamských kostí v oblasti MCP kloubu palce (*os sesamoideum pollicis mediale et laterale*), u nějž se alespoň jedna z kůstek vyskytuje v 87,3 % případů, v oblasti IP kloubu palce v 51,8 %, u MCP kloubu ukazováku v 33,8 %, prostředníku v 0,5 %, prsteníku v 0,3 % a u malíku v 36,5 %. Zajímavé je, že se statistickou významností jsou sezamské kosti v oblasti IP kloubu nejčastější v africké populaci, naproti tomu na Středním východě dominují přídatné kosti v oblasti MCP kloubu malíku (Yamine, 2014).

Zlomeniny sezamských kostí patří mezi poměrně vzácné jednotky, přičemž zlomeniny sezamské kosti palce jsou v literatuře zaznamenány již mnohokrát (Shaw et al., 2003; Fotiadis et al., 2007; Conolly et al., 2008; Deabate et al., 2011). Sezamské kosti palce se také mohou interponovat do MCP kloubu při luxacích palce (Sabapathy et al., 1995), nebo způsobit lupavý palec (Seybold a Warhold, 1996). Výjimečné jsou kazuistiky o zlomeninách sezamských kostí dalších prstů. Dvě kazuistiky zaznamenávají zlomeninu sezamské kosti

ukazováku (Dong et al., 1996; Baek et al., 2002). V rámci diferenciální diagnostiky je nutné myslet na *os sesamoideum bipartiatum*, tedy vrozené rozdělení sezamské kůstky (Mohler a Trumble, 2001).

### **1.3. Zápěstí**

Zápěstí (*regio carpalis*) se v tuzemské literatuře vymezujeme jako oblast přímo nad kostmi zápěstí. Ventrální část označujeme termínem *regio carpalis anterior* a dorzální část jako *regio carpalis posterior*, která obsahuje hmatnou (i často viditelnou) vřetenní jamku (*foveola radialis; fossa la tabatiere; anatomical snuff-box*) vymezenou šlachami *m. extensor pollicis brevis* (MEPB) a *m. abductor pollicis longus* (MAPL; ve společné šlachové pochvě) a šlachou *m. extensor pollicis longus* (MEPL; v samostatné šlachové pochvě) (Grim et al. 2008).

#### **1.3.1. Variabilita kostry zápěstí**

Klinický význam variability kostí v zápěstní krajině není dosud vzhledem ke komplexnosti celého skloubení zcela pochopen. V rámci zlomenin distální části vřetenní kosti jsou velmi důležité sklony kloubních ploch, které měříme pomocí řady úhlů. Každý z nich podléhá morfometrické variabilitě. Vliv na kinematiku má i tvar jednotlivých kostí zápěstí. Největší pozornost je věnována *os lunatum* a jejím dvěma typům, což ale neznamená, že ostatní kosti jsou uniformní. V oblasti zápěstí se také nalézá velké množství přídatných kostí a ani vrozená splynutí nejsou zcela neobvyklá.

##### **1.3.1.1. Distální část vřetenní a loketní kosti**

Variabilita skeletu je obecně velice obtížně uchopitelná. Tvar lidských kostí je podmíněn nejen geneticky, ale promítají se do něj i funkční vzorce a svalová síla. Nastavit hranici normy a variace je proto velmi obtížné. Možnou variabilitu by klinik měl mít vždy na paměti a v případě jakýchkoli pochybností provést radiologické zobrazení druhostranné končetiny.

###### **1.3.1.1.1. Variabilita *processus styloideus ulnae***

Variabilita velikosti *processus styloideus ulnae* se jeví jako významná při zlomeninách *os triquetrum*. Drobná velikost úlomku (na rentgenu často označována jako *pooping duck sign*) naznačovala možnost avulzního mechanismu zlomeniny tahem za dorzální vazy zápěstí (Veyrassat a Berner, 1942).

Ve své práci Garcia-Elias ovšem prokázal vliv velikosti *processus styloideus ulnae*, který byl u pacientů se zlomeninami *os triquetrum* mohutnější, z čehož vyvodil, že se jedná o

zlomeniny vznikající kompresí mezi *processus styloideus ulnae* a *os triquetrum*. Pro úplnost je ovšem nutné zmínit, že tato hypotéza se vztahuje pouze na 72,2 % pacientů, kteří si úraz přivodili pádem na ruku v extenzi zápěstí s ulnární inklinací. U zbytku pacientů po pádu na flektovanou končetinu nebo z přímého násilí nemá velikost *processus styloideus ulnae* na mechanismus úrazu vliv (Garcia-Elais, 1987).

#### **1.3.1.1.2. Ulnar plus / minus variance**

Poměr velikostí a tvarů kosti loketní a kosti vřetenní se významně liší. *Plus ulnar variance* je označení používané pro stav, při němž je loketní kost delší než vřetenní kost, *minus ulnar variance* pro stav opačný. *Ulnar variance* se pohybuje od +6 mm do -8 mm s průměrem -0,6 mm (Sanderson et al., 1987). Výraznější *ulnar plus variance* se může vyskytovat u některých onemocnění, například u Madelungovy deformity (Babu et al., 2019). Pro správné měření je nutností použití přísně standardizovaných snímků (Palmer, et al, 1982; Nakamura et al, 1989). Zajímavé jsou studie popisující změnu *ulnar variance* s věkem. Ty prokazují, že se stoupajícím věkem se zvyšuje *ulnar plus variance* s maximálním nárůstem okolo 25. roku věku, tedy již po uzavření růstových chrupavek v oblasti distální části vřetenní i loketní kosti (Sanderson et al, 1997, Nakamura et al., 1991). Sanderson et al. vyslovili zajímavou hypotézu, dávající do souvislosti jejich nález s prací o postupném ztenčování, až vymizení chrupavky na proximálním pólu vřetenní kosti (Goodfellow a Bullough, 1967). Zvyšování *ulnar plus variance* by tedy bylo způsobeno relativním snižováním délky vřetenní kosti (Sanderson et al., 1997).

Vzájemné uspořádání může být predispozicí pro patologické stavy. *Ulnar minus variance* je někdy dávána do souvislosti s Kienböckovou chorobou, avaskulární nekrózou *os scaphoideum*, nebo skafolunární disociací (Bonzar et al., 1998). Ohledně této asociace ale nepanuje v literatuře jednoznačná shoda (Smet, 1994; D'Hoore et al., 1994; van Leeuwen et al., 2016). *Ulnar plus variance* je nepříznivá pro poranění *triangular fibrocartilage complex* (TFCC) a častěji dochází k jeho trhlinám. V případě výskytu *os lunatum* typu II (s kloubní plochou pro *os hamatum*, viz níže) může docházet k opotřebením chrupavek kloubních ploch zápěstních kostí v ulnárním sloupci (*ulnar impaction syndrome*), což se projevuje defektem na *os lunatum* (Smet, 1994).

### 1.3.1.1.3. Tvar kloubních ploch *articulatio radioulnaris distalis*

Tvar kloubní plochy *articulatio radioulnaris distalis* může mít více různých konfigurací. Některé jsou predispozicemi pro jeho sníženou stabilitu. Ve frontální rovině rozlišujeme podle strmosti kloubní plochy tři typy:

- Typ I (kloubní plochy jsou souběžné)
- Typ II (kloubní plochy jsou kosé a vřetenní kost je distálně širší)
- Typ III (kloubní plochy jsou kosé v opačném směru a vřetenní kost je distálně užší)

V transverzální rovině na podkladě tvaru kloubní plochy *incisura ulnaris radii* rozlišujeme čtyři typy: *flat face*, *ski slope*, „C“ type a „S“ type (Tolat a Stanley, 1996).

Některé konfigurace jsou více či méně náchylné k nestabilitě nebo vhodné pro rekonstrukční výkony a nabízí se tak srovnání s uspořádáním *syndesmosis tibiofibularis distalis*, u níž je problematika podobná (Miyamoto a Takao, 2011; Gilbert et al., 2018).

### 1.3.1.2. Variabilita kostí zápěstí

Zápěstí je tvořeno osmi zápěstními kostmi (*ossa carpalia*) uspořádanými do dvou řad. Proximální řada sestává z *os scaphoideum* (dříve *os naviculare*), *os lunatum*, *os triquetrum* a *os pisiforme*; distální řada z *os trapezium* (dříve *os multangulum majus*), *os trapezoideum* (dříve *os multangulum minus*), *os capitatum* a *os hamatum*. Pro proximální řadu, též označovanou jako interkalovaný segment, je typické, že na ní nezačínají ani se neupínají žádné svaly. Je tedy biomechanicky závislá na změnách pozice v ostatních okolních skloubeních. Biomechanicky je celý koncept velmi komplikovaný a jeho vysvětlení přesahuje možnosti této práce. Vliv anatomické variability na biomechaniku zápěstí není v literatuře zatím komplexně vysvětlen (viz níže).

#### 1.3.1.2.1. Morfologické varianty *os lunatum*

*Os lunatum* tradičně popisujeme ve dvou typech:

- Typ I má kloubní plochu pro čtyři okolní kosti – *radius*, *os scaphoideum*, *os triquetrum* a *os capitatum*
- Typ II má navíc mediálně uloženou kloubní plochu pro *os hamatum* a tato kloubní plocha se může významně lišit svou velikostí (od 1 do 6 mm)

V rámci pitevní studie byl odhalen chondrální defekt u 44,4 % pacientů s typem II, avšak žádný pacient s typem I tento defekt neměl (Viegas et al., 1990). Kombinace s *ulnar plus*



*variance* loketní kosti (viz výše) významně přispívá k syndromu ulnární impakce, a tedy i k následným poškozením *os lunatum* (Park et al., 2017). Typ I se vyskytuje méně často, zhruba v 30-40 % (Viegas et al., 1990; Sagerman et al., 1995). Kinematika zápěstí je vzhledem ke své obtížnosti stále předmětem celé řady studií. Již v počátku objasňování této problematiky vyslovil Garcia-Elias hypotézu, že normální kinematika zápěstí se napříč lidmi liší a jedná se o určité spektrum (Garcia-Elias, et al., 1995). Ve své práci se zabíral především laxicitou vazů. Na normální kinematiku zápěstí má však vliv i typ *os lunatum* – typ I vede k výraznější translaci *os scaphoideum* v radiální inklinaci zápěstí, naopak typ II vede k výraznější flexi *os scaphoideum* (Galley et al., 2007). Typ I byl asociován se závažnějším průběhem Kienböckovy choroby (Rhee et al., 2015), naopak typ II je častější u pacientů s *scapho-trapezium-trapezoid* (STT) artritidou (McLean et al., 2009).

Toto rozdělení vnímá pouze frontální rovinu. V sagitální rovině můžeme *os lunatum* posuzovat podle dvou hrotů půlměsíce: palmární může být výraznější (V-typ), mohou být stejné (N-typ), nebo může dominovat dorzální hrot (D-typ) (Watson et al., 1996) Škála možnosti odchylek tvarů *os lunatum* může vysvětlovat obtíže s jeho náhradou (například u pacientů s Kienböckovou chorobou). Tato náhrada totiž dle typu *os lunatum* artikuluje s čtyřmi nebo pěti dalšími kostmi a její přesné usazení je tedy zcela nezbytné (Gupta a Al-Moosawi, 2002). Je možné, že řešení tohoto problému přinese až používání trojrozměrných implantátů vyráběných na míru každému pacientovi.

#### **1.3.1.2.2. *Os scaphoideum bipartitatum***

Rozdvojení člunkové kosti (*os scaphoideum bipartitatum*) poprvé popsal Guber v roce 1877, tyto dvě kosti pojmenoval jako *os naviculare carpi secundarium radiale et ulnare* a našel čtyři případy ve vzorku 3 007 rukou (Gruber, 1877a). Další velká práce popsala devět případů ve vzorku 1 456 rukou a vyslovila názor o vývojovém původu (Pfitzner, 1900). Tento názor byl dlouho některými autory odmítán a *os scaphoideum bipartitatum* bylo považováno za stav po nerozpoznaném traumatu a následně vzniklém pakloubu. Z tohoto názoru vyplývalo i chirurgické řešení v rámci prevence rozvoje *scaphoid nonunion advanced collapse* (SNAC) (Louis et al., 1976), což vyvrátila až řada podrobně zdokumentovaných kazuistik, které popsaly záchyt dvou osifikačních center *os scaphoideum* v dětském věku s následným sledováním pacienta až do dospělosti, v níž se rozvinulo *os scaphoideum bipartitatum* (Doman a Marcus, 1990; Tate et al., 2000; Stewart a McCombe, 2013). Další kazuistiky prokázaly přítomnost hyalinní chrupavky mezi oběma částmi *os scaphoideum* (Dubrana et al., 1999; Faulkner, 1928) a tyto práce obhajují konzervativní

přístup (Takemitsu et al, 2014). Kupodivu v žádné práci není zvažována možnost kongenitální pseudartrózy.

#### **1.3.1.2.3. Splynutí kostí zápěstí**

Splynutí (koalice) zápěstních kostí vznikají v důsledku poruchy diferenciacce během vývoje a jsou považovány za vrozenou variaci (Cockshott, 1963), ačkoli existují i názory, že by se mohlo jednat o získanou vadu (McCredie, 1975). Můžeme je rozdělit podle charakteru vazby mezi jednotlivými kostmi na kostěné a nekostěné; nekostěné dále dělíme podle typu spojení na *synchrondrosis*, nebo *syndesmosis* (Burnett 2011), případně podle rozsahu a tvaru spojení (Minaar 1952, Singh et al., 2003).

Přestože libovolné dvě sousedící kosti mohou splynout (O’Rahilly 1957), nejčastěji se vyskytuje *os lunotriquetrum*, a to od 0 % (0/618) u amerických indiánů a 0,1 % (12/11 663) u kavkazské populace po 0,6 % (133/21 715) u afro-americké populace. U všech populací se častěji vyskytuje u žen zhruba v poměru 2:1. Na této pozoruhodně obsáhlé studii se nepotvrdila dříve vyslovená domněnka, že ke splynutí dochází spolu s dalšími kostěnými vadami, nebo variacemi (Garn et al., 1971).

Druhým nejčastějším splynutím je *os capitohamatum*, které se v kavkazské populaci vyskytuje v 0,07 % (5/7332) (Carlson 1981). Třetí v početnosti je *os pisohamatum*, u něž dochází ke spojení *hamulus ossis hamati* a *os pisiforme* (Burnett, 2010). V minulosti byl dokonce popsán případ, při němž došlo ke spojení *os hamulus* a *os pisiforme* (Tsionos et al., 2004). Dalšími popisovanými jsou *os capitotrapezoideum*, *os scapholunatum* a *os scaphotrapezium* (Defazio, 2013).

Splynutí zápěstních kostí bylo také popsáno jako součást celé řady syndromů. Za zmínku stojí spojitost *os capitotrapezium* s *osteocondritis dissecans* a *os capitohamatum* s fetálním alkoholovým syndromem (Hanley et al., 1967; Jaffer et al., 1981).

Obvykle je splynutí zápěstních kostí bezpříznakové, přestože existuje řada teorií, že jejich výskyt může vést k časnějším degenerativním potížím. V případě přetrvávající bolesti se doporučuje operační fúze postižených kloubů (Simmons a McKenzie, 1985; Gross et al., 1989; Ritt et al., 2001).

#### **1.3.1.2.4. Přídavné kosti zápěstí**

Zápěstí může obsahovat celou řadu přídavných zápěstních kostí, kterých je v literatuře popsáno více než 20 typů. Přestože jsou většinou bezpříznakové, mohou způsobovat

bolestivost či otoky a jejich náhodné nálezy mohou být zaměněny se zlomeninami (Mespreuve et al., 2019). Mezi ty známější patří *lunula* (mezi TFCC a *os triquetrum*), *os styloideum* (u dorzální části báze druhého nebo třetího metakarpu), *os triangulare* (distálně od *circumferentia articularis capitis ulnae*), *os trapezium secundarium* (mediálně od *tuberculum ossis trapezii*), *os epilunatum* (dorzálně od *os lunatum*) a *os hamuli proprium* (samostatný *hamulus ossis hamati*) (Timins, 1999). I přes celou řadu studií systematický souhrn těchto kostí dosud chybí.

Stejně jako zlomeniny *hamulus ossis hamati*, tak i *os hamuli proprium* může způsobovat útlakový syndrom *nervus ulnaris* (Greene a Hadied, 1981). Tato kost byla nalezena v jednom případě z 1 452 rentgenů zápěstí (Bogart, 1932). Zdá se pravděpodobné, že *os hamuli proprium* může způsobovat i syndrom karpálního tunelu (SKT). V analýze pacientů s SKT se tato přídatná kost vyskytovala častěji na postižených než na druhostranných zdravých končetinách stejných pacientů (Chow et al., 2005; Kim et al., 2013). Z 3 218 končetin v práci Chow et al. řešených pro SKT se 96 variací (42x *os hamuli proprium*, 50x hypoplastický a 4x aplastický) *hamulus ossis hamati* vyskytovalo ve vzorku 2 866 končetin s SKT. Pouze 3 končetiny z 352 u pacientů bez SKT měly některou ze zmíněných variací (Chow et al., 2005). Toto bylo potvrzeno i v práci Kima et al., v níž se *os hamuli proprium* vyskytovala v 11 případech z 916 rukou. Z toho v 9 případech u rukou postižených SKT a ve 2 případech na zdravých končetinách (Kim et al., 2013).

*Hamulus ossis hamati* může být hypoplastický nebo zcela chybět (Richards a Bennett, 1997). Morfometrická studie odhalila prevalenci hypoplastických a aplastických *hamuli ossis hamati* na 3,1 % (62/2000) (Huang et al., 2019).

Příznaky může způsobovat celá řada přídatných kostí. Bolestivé přeskokování je například hlášeno u *os centrale* (kost uložená centrálně mezi *os scaphoideum*, *os trapezoideum* a *os capitatum*) a bylo řešeno artroskopickou extripací (Adolfsson, 2000). V literatuře je také uvedena celá řada záměn přídatných kostí se zlomeninami, například *os lunatum bipartitatum* se zlomeninou *os lunatum* (Almaraz-Ledesma et al., 2021).

Za zmínku stojí také tzv. *carpal boss*, tedy vyvýšenina na dorzální straně zápěstí spojená s bolestivostí a degenerativními změnami. U některých pacientů je na vině *os styloideum*. Ve většině případů se nejedná o zcela oddělenou kost, ale je přítomné kostěné spojení s bází druhého nebo třetího metakarpu (Conway et al., 1985). Symptomatické projevy se řeší zpravidla prostou extripací (Fusi et al., 1995).

Zajímavé jsou kazuistiky dokumentující tzv. *crowded wrist*, tedy stav, při němž se vyskytují tři a více přídatných kostí v okolí zápěstí. V kazuistice Köseho et al. je popsán případ *os ulnostyloideum*, *os Gruberi* a *os styloideum*. U pacienta se vyskytovalo zkrácení *os scaphoideum* a *os lunatum* se zdálo mimo anatomické postavení (Köse et al., 1999). Podobné stavy by měly vést k podezření na genetické abnormality, například na Larsenův syndrom (Govshievich et al., 2015).

#### **1.4. Předloktí**

Tradičně je předloktí vymezeno od roviny tří prsty pod spojnicí obou epikondylů pažní kosti (*linea interepicondylaris*) ke kloubní štěrbině *articulatio radiocarpalis*. Můžeme ho dělit na *regio antebrachialis anterior* a *regio antebrachialis posterior*. Svaly v něm uložené dělíme do třech skupin – přední, boční a zadní (Grim et al., 2008).

##### **1.4.1. Variabilita svalů předloktí – přední (ventrální) skupina**

V přední skupině předloktí nalézáme klasicky osm svalů. S výjimkou *m. pronator quadratus* všechny podléhají značné variabilitě. V rámci svého průběhu mohou být propojeny variabilními svalovými snopci různé tloušťky a průběhu (Tuubs et al., 2016).

###### **1.4.1.1. *Musculus pronator teres***

*M. pronator teres* (MPT) má dvě hlavy – *caput humerale* a *caput ulnare*. *Caput humerale* začíná spolu s ostatními svaly první vrstvy přední skupiny na *epicondylus medialis humeri*, *caput ulnare* pak na *processus coronoideus ulnae*. Prostor mezi oběma hlavami vytváří *canalis pronatorius*, v němž probíhá *n. medianus* z povrchu *fossa cubitalis* do hloubi předního předloketního oddílu. Obě hlavy se společně upínají na vřetenní kost, na nevýraznou strukturu zvanou *tuberositas pronatoria*.

Variace začátku *m. pronator teres* bývají popisovány především z hlediska rozsahu. *Caput humerale* i celý sval mohou začínat až na *linea supraepicondylaris medialis humeri*, nebo na *processus supracondylaris* v případě jeho výskytu (viz níže) (Tuubs et al., 2016). *Caput humerale* chybí v 3–14 %, hlava může být zdvojená v 5 % případů (3/60) (Nebot-Cegarra, et al., 1991-2; Vymazalová et al., 2015; Olewnik et al., 2017). *Caput ulnare* chybí často při proximálně posunutém začátku svalu do suprakondylární oblasti (Jeleu a Georgiev, 2008). Složení hlavy je rozdělováno dle množství na svalovou a šlachovou část (Nebot-Cegarra et al., 1991-2; Vymazalová et al., 2015).

*Canalis pronatorius* obsahující *nervus medianus* je také předmětem celé řady variací. Popis variability byl dokumentován v řadě prací na poměrně malých vzorcích (60–80 končetin) a rozsah prevalence se tedy významně liší. Nejčastěji prochází *n. medianus* mezi oběma hlavami (v 75–95 %) nebo podbíhá *caput humerale* (0–21,6 %). Popsány jsou i vzácné případy, v nichž prochází mezi MPT a MFDP, nebo proráží skrze jednu z hlav (Jamieson a Anson, 1952; Mori, 1964; Nebot-Cegarra at al., 1991-2; Vymazalová et al., 2015; Olewnik et al., 2017). Vliv jednotlivých typů na přítomnost kompresní neuropatie není zcela znám.

#### 1.4.1.2. *Musculus flexor carpi radialis*

*Musculus flexor carpi radialis* (MFCR) začíná na *epicondylus medialis humeri* spolu s ostatními svaly povrchových vrstev přední skupiny svalů předloktí a upíná se hlavně na bázi druhého metakarpu, částečně i na bázi třetího. Inervaci zajišťuje *n. medianus*.

MFCR lze rozdělit na šest typů na podkladě jeho úponu (Zhou et al., 2022):

- Typ I je klasický, tedy na bázi druhého metakarpu, a vyskytuje se v 18,46 % případů.
- Typ II se vedle báze druhého metakarpu upíná i na bázi třetího metakarpu, což je v některých anatomických učebnicích také považováno za normu. Vyskytuje se v 12,3 % případů.
- Typ III se upíná výhradně na *tuberculum ossis trapezii* (4,6 %).
- Typ IV se upíná na bázi druhého metakarpu a *tuberculum ossis trapezii* (44,6 %).
- Typ V se upíná na bázi druhého i třetího metakarpu a na *tuberculum ossis trapezii* (16,9 %).
- Typ VI se upíná na bázi druhého i třetího metakarpu, na *tuberculum ossis trapezii* a rovněž i na *os scaphoideum* (3,1 %).

Za normu by tedy měl být považován typ IV vzhledem k jeho nejčastějšímu výskytu.

Přídavný svalový snopec se vyskytuje v 4 % (5/136). Může vycházet z *aponeurosis bicipitalis* jako přídavná hlava svalového břicha *m. biceps brachii*, z MPT, nebo jako kombinace zmíněných struktur. Většinou se přídavný svalový snopec upíná na *tuberculum ossis trapezii* (Zhou et al., 2022).

Tento sval může vzácně chybět (dosud popsáno pouze v rámci kazuistik), což může zásadně komplikovat celou řadu rekonstrukčních výkonů založených na odběru této šlachy, například v rámci plánované artroplastiky *articulatio carpometacarpalis* palce (Rumball a Tonkin, 1996; Sofos a Riaz, 2016).

### 1.4.1.3. *Musculus palmaris longus*

*Musculus palmaris longus* (MPL) začíná na *epicondylus medialis humeri* a upíná se do *aponeurosis palmaris* a *retinaculum musculorum flexorum*. Je jednoznačně nejvariabilnějším svaem horní končetiny a pro velký počet kazuistiky také nejsložitěji uchopitelným z hlediska pestrosti variací. Nejčastěji je popisováno jeho chybění, které se značně liší napříč populacemi i studii. V rámci meta-analytického zpracování 68 studií sval chybí v 7,7 % u mužů a v 17,8 % u žen a častěji k tomu dochází na pravé straně (Pekala, et al., 2017). Klinický význam absence tohoto svalu tkví především v možnosti užití jeho šlachy v celé řadě rekonstrukčních výkonů (Jakubietz et al., 2011), což je i důvodem, proč je sutura šlachy tohoto svalu s nízkou fyziologickou funkcí doporučována při jeho poškození. Další výhodou je u řezných ran vzniklých vlivem sebepoškozování, při nichž šlacha MPL chrání *n. medianus* (Sarangapani a Brown, 1977; Sebastin et al., 2005). Existují však i práce dokumentující fyziologický význam MPL v síle abdukce palce, na které se tento sval má podílet z 10 % (Gangata et al., 2010). Naopak MPL má minimální vliv na sílu svoru pěsti a stisku ukazováku a palce (Sebastin et al., 2005).

Olewnik et al. dělí MPL na tři typy a tři podtypy (Olewnik et al., 2017).

- Typ I je klasický MPL a vyskytuje se v 78,75 % (63/80).
- Typ II má rozdvojenou úponovou šlachu jejíž mediální část se upíná do *retinaculum mm. flexorum* v 12,5 % (10/80).
- Typ III zahrnuje další vzácné varianty (1,2 %), v případě práce Olewnika et al. se jednalo o spojení MPL a MFCU.

V sedmi případech pak v této studii MPL zcela chyběl. Podtypy jsou děleny na základě poměru svalové a šlachové části.

Typ II bývá také někdy označován jako *m. palmaris longus bicaudatus (Gruberi)*. MPL se může upínat variabilně do celé řady struktur – *fascia antebrachii*, MFCU, *retinaculum musculorum flexorum*, *os pisiforme*, *os scaphoideum*, MAPB (Tuubs et al., 2016). Bývá popisována i hypertrofie MPL, která může vést k útlaku *n. medianus* nebo *n. ulnaris* (Ashby, 1964; Barkáts, 2015). Studie Barkátse je založena pouze na testech na přítomnost MPL a pohmatu, a proto je její výpovědní hodnota velmi nízká. Jsou popisovány i případy obráceného průběhu svalového bříška s hypertrofií, což může vést k diagnostickým rozpakům (Goulding, 1948; Pires et al., 2018). I tento stav může být spojen s útlakem *n. medianus* (Polesuk a Helms, 1998; Hashem, et al., 2020). Na MPL s obráceným průběhem

(*m. palmaris longus inversus*) je nezbytné myslet při odběru štěpu, u nějž při obráceném průběhu bříška svalu může být orientace v dané oblasti náročnější (Longhurst et al., 2019). Bohužel ani kazuistiky o záměně MPL s *n. medianus* nejsou ojedinělé a mají pochopitelně velmi závažný dopad na kvalitu života pacienta (Weber a Mackinnon, 2007; Choo et al., 2016; Bruce et al., 2017).

#### 1.4.1.4. *Musculus flexor carpi ulnaris*

*Musculus flexor carpi ulnaris* (MFCU) je dvojhlavý sval. *Caput humerale* začíná na *epicondylus medialis humeri* a *caput ulnare* na *margo posterior ulnae*. Po spojení obou hlav se upíná na *os pisiforme*, odkud přechází jako *lig. pisohamatum* na *hamulus ossis hamati* a jako *lig. pisometacarpale* na bázi pátého metakarpu. Inervován je z *n. ulnaris*. Variabilita MFCU je považována za velmi vzácnou. Ang et al. našli ve své práci v australské populaci pouze jeden variabilní MFCU ve vzorku 5 000 končetin dárců těl (Ang et al., 2010). Naproti tomu Mori ve své práci v japonské populaci popisuje čtyři případy z 205 končetin a uvádí chybění svalu v 7,5 % případů (Mori, 1964).

Přídavný sval je v literatuře popsán v několika kazuistikách a je klasifikován podle námi modifikované Bhardwajovy klasifikace, která rozlišuje tři typy a dva podtypy (Tabulka 5) (Bhardwaj et al., 2013; Kunc et al., 2019).

Tabulka 5

Jednotlivé typy a podtypy MFCU. Zkratky: *n* – počet v literatuře, MPL – *m. palmaris longus*, MFCU – *m. flexor carpi ulnaris*.

Typ	Popis	<i>n</i>
Typ I	sval se zdvojenou úponovou šlachou	4
Typ II	každá z hlav MFCU tvoří samostatný sval	7
Typ III	úplné zdvojení MFCU	13
Podtyp A	šlacha přídavného MFCU je podobná úponu normy (" <i>MFCU-like</i> ")	11
Podtyp B	šlacha přídavného MFCU je podobná úponu MPL (" <i>MPL-like</i> ")	2

Pro typ I je někdy používán systematický název *m. flexor carpi ulnaris digastricus*, pro typ III *m. flexor carpi ulnaris accessorius*. V naší práci bylo prokázáno vyšší riziko výskytu dalších variací při současném výskytu typu III přídavného MFCU (Příloha 3; Obrázek 8).



Obrázek 8: Přídavný *m. flexor carpi ulnaris* typu IIIB s úponem přídavné hlavy do palmární aponeurózy (obrázek vytvořil Michal Štulpa).

MFCU může být vzácně spojen s MPL (Olewnik et al., 2016; Lemon a Belcher, 2002).

#### 1.4.1.5. *Musculus flexor digitorum superficialis*

*Musculus flexor digitorum superficialis* (MFDS) se nachází v druhé vrstvě přední skupiny svalů předloktí a má dvě hlavy. *Caput humeroulnare* začíná na *epicondylus medialis humeri* a v jeho okolí, *caput radiale* začíná na vřetenní kosti v oblasti *tuberositas pronatoria*. Obě hlavy se pak upínají pomocí jednotlivých šlach na bázi středního článku prstů. Inervaci zajišťuje *n. medianus*.

Eliot et al. rozdělili variace MFDS na 5 typů podle jejich variant na úrovni distálně od *retinaculum mm. flexorum* (Eliot et al., 1999):

- Typ I vykazuje šlachovou spojku mezi dvěma šlachami MFDS.
- Typ II má přítomnou spojku mezi *retinaculum mm. flexorum* a MFDS.
- Typ III je dvojbříškový sval.
- Typ IV je distálně posunuté svalové břicho.
- Typ V jako varianty MFDS na předloktí.

Typ IV byl v několika kazuistikách popsán se svalovým bříškem procházejícím až do *canalis carpi* s pochopitelným vztahem k syndromu karpálního tunelu (Vichare, 1970; Neumeister et al., 2005, Nayak et al., 2007a). Tyto případy se mohou projevovat bolestivou masou v dlani. Jejich diagnostika je obtížná vzhledem k mnoha podobným jednotkám v této oblasti (ganglion, lipom, hamartom, obrovskobuněčný nádor a jiné) (Ray et al., 2015). Při klinických projevech je doporučováno chirurgické odstranění (Stephens et al., 2007).



Tato klasifikace je však neúplná, například typ z naší kazuistiky s distálnějším úponem se do těchto kategorií zařadit nedá (Příloha 4).

MFDS může být také zdvojen. Tato variace je někdy označována jako *m. flexor digitorum superficialis brevis* a jsou popsány případy, v nichž způsoboval syndrom karpálního tunelu. Tento sval byl popsán s průběhem k malíku a prostředníku (Elliot et al., 1999; Neder Filho et al., 2021). Byl popsán i případ přídatného (zdvojeného) bříška svalu ve středu šlachy MFDS pro ukazovák vytvářející masu v dlani vyvolávající chybný dojem synovialitidy (Elliot et al., 1999).

Variabilní je přítomnost *caput humerale*, které v 7,5 % zcela chybí a ve 12,5 % je hypoplastické (japonská populace; Mori, 1964). Chybění této hlavy však vůbec není popsáno v morfometrické studii věnující se její velikosti na 48 končetinách (indická populace; Ray et al., 2015).

Byla popsána i přítomnost zdvojeného přídatného svalu propojeného „tlustou šlachou“ ke zbytku MFDS (Caetano et al., 2017). Vzácně je v literatuře popisováno rozpolcení svalu nebo jeho přídatné části (Stephens et al., 2007).

#### **1.4.1.6. *Musculus flexor digitorum profundus***

*Musculus flexor digitorum profundus* (MFDP) je sval ve třetí vrstvě přední skupiny svalů předloktí, začíná na loketní kosti na *facies anterior* a na *membrana interossea antebrachii* a upíná se na bázi koncového článku 2.-5.prstu. Část svalu pro druhý a třetí prst inervuje *n. medianus*, část pro čtvrtý a pátý prst inervuje *n. ulnaris*.

Úponová šlacha MFDP může chybět, což je vzácný stav s klinicky významným omezením pohybu. Při testování funkce takového MFDP u řezných poranění se pochopitelně funkce jeví jako porušená, což může vést k chybnému podezření na poškození šlachy a následný otevřený chirurgický zásah. Tento stav jsme popsali v naší kazuistice ve dvou případech u malíku. V jednom případě se MFDS upínal na základní článek malíku s pokračováním drobné vazivové struktury charakteru aponeurózy, což mohlo vést k omezení pohybu. V druhém případě se MFDS upínal na koncový článek malíku, což naopak vedlo k zachování pohybu (Příloha 4; Belbl et al., 2020). Podobné kazuistiky se v literatuře vyskytují i u dalších prstů: chybění MFDP pro ukazovák popisuje Kay a Leese, pro prostředník Gruber, pro prsteník Hyatt et al. a pro malík Kaplan, Kisner, Miura et al. i další (Kay a Lees, 2000; Gruber, 1886; Hyatt et al., 2016; Kaplan, 1969; Kisner, 1980; Miura et

al., 2010). Šlacha může být i zdvojená (Furnas, 1965; Wahba et al., 1998) nebo obsahovat četné spojky (Tubbs et al., 2016).

#### **1.4.1.7. *Musculus flexor pollicis longus***

*Musculus flexor pollicis longus* (MFPL) je druhým svaelem ve třetí vrstvě přední skupiny svalů předloktí a začíná na vřetenní kosti na její *facies anterior* a upíná se na bázi koncového článku palce.

Vzhledem k významu funkce MFPL je jeho chybění pro pacienty velmi omezující a ve většině případů se uchylujeme k chirurgickému řešení tohoto stavu. Z definice se tedy jedná spíše o vývojovou vadu než anatomickou variaci (Miura, 1977; Arminio, 1979; Köster, 1984). Tento stav může být spojen i s hypoplázií svalů thenaru (Tsuchida et al., 1976) nebo dalšími vadami (Rayan, 1984; Usami, 1987). V literatuře je popsán i případ variabilního úponu MFPL na základní, tak na koncový článek palce, projevující se u sedmiměsíčního pacienta neschopností flexe v IP kloubu palce. Tato variace se vyskytovala bilaterálně. Po chirurgickém odstranění úponu ze základního článku palce došlo k ústupu obtíží. Pacient měl i syndaktylii na prstcích a je tedy možné, že se jednalo o součást některé z vývojových vad (Nakamura a Kubo, 1993). Podobně je popisován úpon MFPL do *m. extensor pollicis longus*. Tato variace vyžaduje chirurgické řešení a je zpravidla spojena s hypoplázií palce ruky (Blair a Omer, 1981; Blair a Buckwalter, 1983).

Od MFPL se může oddělovat šlacha spojující se s MFDP. Tento stav je v literatuře nazýván jako Linburgova-Comstockova variace a projevuje se spontánním ohnutím ukazováku při aktivní flexi palce v IP kloubu (Slater, 2001). Vyskytuje se nejčastěji v hispánské populaci (34,5 %), méně v evropské populaci (15,2 %) a nejméně často v africké populaci (8,8 %) (Yammine a Eric, 2018a). Tuto přídatnou šlachu může postihnout tendinitída pnutím mezi oběma svaly pokoušejícími se o samostatný pohyb (Lombardi et al., 1988). Tento stav lze chirurgicky řešit prostou excizí šlachy se skvělými výsledky (Badhe et al., 2010). Je zajímavé, že tato variace se vyskytuje méně často u muzikantů, což je pravděpodobně dáno snížením schopnosti jedinců s touto variací hrát na hudební nástroj (Karalezli et al., 2006). Tak jako u mnoho dalších variací se i tato nachází častěji u pacientů trpících syndromem karpálního tunelu (Fernandes et al., 2021).

MFPL může mít přídatnou hlavu začínající na *processus coronoideus ulnae* nebo *epicondylus medialis humeri*, označovanou v klinice jako Gantzerův sval. Tato hlava se může upínat i do MFDP, a proto o ni pojednáme v samostatné podkapitole níže.

#### **1.4.1.8. *Musculus pronator quadratus***

*Musculus pronator quadratus* (MPQ) začíná na distální části přední plochy loketní kosti a upíná se na distální část přední plochy vřetenní kosti. Inervován je z *n. medianus*.

Variace tohoto svalu jsou velmi vzácné. Jeho absence byla popsána ve dvou případech. (Tountas a Bergmann, 1993; Dy et al., 2019).

#### **1.4.1.9. Přídavné svaly přední skupiny předloktí**

V přední skupině svalů předloktí se může vyskytovat celá řada přídavných svalů.

##### **1.4.1.9.1. *Musculus palmaris profundus***

Je definován jako přídavný sval povrchové vrstvy přední skupiny svalů předloktí a je pro něj typické, že prochází skrz *canalis carpi*. Poprvé ho popsal Gruber roku 1868 (Gruber, 1868). V literatuře bylo dosud uveřejněno 86 případů tohoto variabilního svalu. Jednotlivé kazuistiky se výrazně liší v popisovaném začátku, méně v místě úponu, jímž se sval zpravidla upíná do palmární fascie nebo palmární aponeurózy. Jeho klinický význam spočívá v především ve zvýšení rizika rozvoje syndromu karpálního tunelu. S výjimkou jedné kazuistiky byly všechny klinické případy popsány u pacientů během chirurgického řešení syndromu karpálního tunelu. Obecně je u podobných případů vedle prosté dekomprese karpálního tunelu doporučována i resekce svalu (Jones, 2006).

##### **1.4.1.9.2. *Musculus flexor carpi ulnaris brevis***

V literatuře je dosud popsán pouze jediný případ *musculus flexor carpi ulnaris brevis* na mediální straně předloktí. Byl popsán u 19letého muže na Novém Zélandu, který se poranil na přední straně předloktí po úderu pěstí do skla. Sval byl pozorován z 3 cm dlouhé rány a následně byl potvrzen metodou MRI. Vzhledem k nemožnosti preparace svalu v celém rozsahu nejsou anatomické parametry tohoto vzácného svalu dosud objasněny (Chong et al., 2009). V rámci souhrnné práce o přídavném MFCU byl ve studii Bhardwaje et al. zařazen do typu III přídavného MFCU (Bhardwaj et al., 2013).

##### **1.4.1.9.3. *Musculus flexor carpi radialis brevis***

*Musculus flexor carpi radialis brevis* (MFCRB) je přídavný sval začínající na přední straně vřetenní kosti. V některých případech je uložen v místě úponu MPQ, a tím vede k jeho hypolázii (Dodds, 2006; Kang et al., 2006). V minulosti byl pro něj používán název *m. flexor carpi radialis brevis vel profundus* (Carleton, 1935). Bývá inervován z *n. interosseus*

*anterior* (větve z *n. medianus*) a může se upínat do celé řady míst – na druhý, třetí nebo čtvrtý metakarp, na *os trapezium*, nebo *os capitatum* (Kosiytrakul et al., 2010; Lee et al., 2014). V rámci operačního řešení zlomenin distální části vřetenní kosti byl tento sval náhodně nalezen v 3,49 % případů (6/172). Autoři udávají, že v žádném případě nevyvolávala přítomnost svalu potíže a ani nevedla ke komplikacím (Mantovani et al., 2010). V dalších kazuistikách je popisováno obtížné ozřejmění zlomeniny kvůli masivnímu MFCRB bránícímu v přístupu k distální části vřetenní kosti, a tím ztěžujícím uložení dlahy s nutností mobilizace svalu (Laugharne a Power, 2010), nebo jeho resekce (Werntz et al., 2021).

Informace o chorobných projevech přítomnosti tohoto svalu nejsou v literatuře výjimkou. Uložení MFCRB v samostatném oddíle postiženém tendosynovitidou s bolestivými projevy bylo řešeno prostým uvolněním oddílu a vedlo k polevení obtíží (Kosiytrakul et al., 2010). Podobný stav byl v jiné kazuistice řešen úplnou resekci svalu také s výsledným zmírněním příznaků (Peers a Kaplan, 2008).

#### **1.4.1.9.4. *Caput accessorium musculi flexoris pollicis longi* (Gantzerův sval)**

Gantzerův sval je klinické označení pro *caput accesorium musculi flexoris pollicis longi* (GS) (Kachlík et al., 2017). Gantzerův sval je definován jako přídatné hlavy začínající v oblasti *condylus medialis humeri* a upínající se do šlach hlubokých flexorů: do MFPL (typ A), MFDP (typ B), nebo do obou (typ C) (Mangini, 1960; Al-Qattan, 1996; Zdilla et al., 2019).

Prevalence se v literatuře významně liší. V meta-analytické práci založené na 5 903 končetinách v 58 pracích se vyskytoval GS v 65 % (s úponem do MFPL v 48 %). GS upínající se do MFDP byl nalezen v 17 % (vzorek 1 627 končetin ve 14 studiích). Nejčastěji se sval vyskytoval v africké populaci v 73 %, nejméně často v populaci evropské v 39 % (Ashgar et al., 2022). GS může začínat na *epicondylus medialis humeri* (37 %), *processus coronoideus ulnae* (24 %), na obou těchto strukturách (8 %), z MFDS (15 %), nebo na *fascia anebranchii* (4 %) (vzorek 1283 končetin). Přídatná hlava k MFDP (typ B) začíná převážně z MFDS (74 %), méně často na *epicondylus medialis humeri*, *processus coronoideus ulnae*, MPT, nebo jejich kombinaci (15 %) (vzorek 214 končetin). Sval byl inervován v 64,1 – 69,3 % z *n. interosseus anterior*, v 30,6–35,9 % z *n. medianus* a v 0–4 % z *n. ulnaris* (Ashgar et al., 2022).

Ve většině případů se přídatná hlava typu A spojuje se zbytkem MFPL a upíná se klasicky na koncový článek palce. Úpon může být rozdvojen a část se přidávat k MFDP pro ukazovák (Oh et al., 2000).

GS může vést k útlaku *n. interosseus anterior* (NIA) (Gardner-Thorpe, 1974). Přídatná hlava bývá někdy dělena na tři typy v závislosti na vztahu těchto dvou struktur (Oh et al., 2000):

- Ohův typ A – průběh NIA pod svalovou částí přídatné hlavy v 56,3 % (27/48).
- Ohův typ B – průběh NIA pod šlachovou částí přídatné hlavy v 10,4 % (5/48).
- Ohův typ C – průběh NIA laterálně od přídatné hlavy v 33,3 % (16/48).

#### 1.4.2. Svaly předloktí – boční skupina

Boční skupina je samostatným fasciálním oddílem. Tuto skutečnost však odlišuje zejména tuzemská literatura (a oficiální latinské a anglické anatomické názvosloví), v zahraniční a klinické literatuře jsou svaly předloktí děleny pouze do přední a zadní skupiny, a boční (laterální) skupina je nesprávně považována za součást povrchové vrstvy zadní skupiny předloktí.

##### 1.4.2.1. *Musculus brachioradialis*

*Musculus brachioradialis* (MB) začíná na pažní kosti na *crista supraepicondylaris lateralis* a upíná se na vřetenní kost na *crista suprustyloidea*.

Byla popsána řada různých variací jeho začátku. MB může být spojen s částí *m. brachialis* ve 2–3 % (Inoue, 1934), *m. triceps brachii* a v některých případech může sahat proximálně až k úponu *m. deltoideus* (Macalister, 1875; Chakravarthi, 2013; Tuubs et al., 2016). Začátek svalu byl popsán i na *aponeurosis bicipitalis* (Nayak et al., 2007b). Celá řada prací pojednává o přídatném *m. brachioradialis accessoriis*, který byl poprvé odhalen Dawsonem (Dawson, 1822). Celková prevalence zdvojení MB je udávána v 2,8 % (Rodríguez-Niedenführ, 2001). Variace úponové šlachy se týkají jejího rozštěpení na dvě (Macalister, 1875) nebo tři šlachy (Tuubs et al., 2016). Prevalence rozdvojení šlachy se pohybuje kolem v 6 % (Turkof et al., 1994). Byly zaznamenány i případy zdvojeného svalu s jednou hlavou upínající se na *os scaphoideum* (Macalister, 1875; Kravarski et al., 2020). Zdvojený sval byl popsán i ve spojení se zdvojeným *ramus superficialis n. radialis* (Herma et al., 2017).

Úpon se také může spojovat s dalšími svaly v okolí (s MECPRL a MAPL) (Tubbs et al., 2016). nebo může být rozšířen a sahat až na třetí metakarp (Sanudo et al., 1996). Chybění

svalu je velmi vzácné (Meckel, 1823). Sval může být variabilně inervován z *n. musculocutaneus* (Baur, 1971; Yogesh et al., 2011).

#### 1.4.2.2. *Musculus extensor carpi radialis longus et brevis*

*Musculus extensor carpi radialis longus* (MECRL) začíná na *crista supraepicondylaris lateralis* a upíná se na bázi druhého metakarpu. *Musculus extensor carpi radialis brevis* (MECRB) začíná na *epicondylus lateralis humeri* a upíná se na bázi třetího metakarpu.

MECRL a MECRB se nacházejí v obvyklém uspořádání pouze v 49,7 %, tedy se samostatným úponem jednotlivých svalů na bázi druhého a třetího metakarpu. V 11 % případů je některá ze šlach zdvojená a pro tuto variaci se také někdy užívá termín *m. extensor carpi radialis longus* (nebo *brevis*) *bipartius*. V 26 % případů je zdvojená šlacha MECRL a upíná se společně s MECRB, v 21 % je naopak zdvojená šlacha MECRB a upíná se spolu s MECRB (tyto variace se pak mohou vyskytovat v různých kombinacích, proto celkový součet přesahuje 100 %). Albright a Linburg nerozlišovali ve statistice samotný sval (viz výše) a zdvojenou šlachu a ve vzorku 173 končetin nenalezli žádný *m. extensor carpi radialis accessorius* (MECRA). Vzhledem k metodologii preparačního postupu však připouštějí možnost, že tento sval mohl být přehlédnut (Albright a Linburg, 1979). West et al. ve vzorku 82 předloktí u 41 dárců těl našli *musculus extensor carpi intermedius* (MECRI) ve 4 případech a MECRA ve 3 případech (West, et al., 2017). MECRI a MECRA se mohou vyskytovat i současně (Hong a Hong, 2005). Claassen a Wree popsali variantu MECRL *bipartius*, u níž přídatná šlacha opouští svalové břicho MECRL a upíná se na bázi prvního metakarpu. Ve své práci tuto variantu označují jako *caput accessorium* (Claassen a Wree, 2002). Další drobnou odchylku popsali Nayak et al.; sval v práci nazývaný jako *m. extensor carpi radialis tertius* je variantou MECRI s neobvyklým šlachovým začátkem a rozdvojeným úponem jdoucím na bázi druhého a třetího metakarpu (Nayak et al., 2007b). Byl popsán i trojhlavý MECRL (Yang et al., 2018). MECRB může variabilně začínat na fascii MEDC (Mitsuyasu, et al., 2004), naopak byl popsán i případ MEI začínajícího z MECRB (Chaba et al., 2022).

Pro nadšence do klasifikací rozdělil Yoshida vrstvy MECRL do pěti jednotek a vrstvy MECRB do tří jednotek. Na podkladě jejich proplétání popsal 22 různých skupin variací. Tato klasifikace systematickým popisem zabírá všechny možnosti a popisuje i celou řadu svalových spojek (Yoshida, 1994). Tyto svalové spojky se ve studii Albritgha a Lindburga vyskytují ve 35 % případů (na vzorku 173 končetin) (Albright a Linburg, 1978). Podrobný

popis obsahuje práce Yoshidy na 490 japonských kadaverech; variabilita počínající na straně MECRL byla v 33,5 % a na straně MECRB v 20,6 % případů (Yoshida, 1994).

Variabilitě inervace MECRB se ve své práci věnovali Khullar et al., obvyklý stav inervace z *ramus profundus n. radialis* se vyskytoval v 50 %, inervace z *ramus superficialis n. radialis* ve 30 % a ve 20 % odstupovaly svalové větve přímo z bifurkace *n. radialis* (Khullar et al., 2012).

Mezi MECRL a MECRB se může nacházet variabilní *m. extensor carpi radialis intermedius*, který se upíná mezi tyto dva svaly zpravidla u báze druhého a třetího metakarpu, ale byly popsány i úpony na *processus styloideus radii* nebo *os trapezium* (Gruber, 1877b; Kaneff, 1969).

Sval stejného začátku probíhající až na palcový paprsek se nazývá *m. extensor carpi radialis accessorius* (MECRA) a zpravidla se upíná spolu s *m. abductor pollicis brevis* (Wood, 1867; Gruber, 1877b). MECRA se může upínat i na základní článek palce. MECRA se může nacházet ve druhém extenzorovém oddíle, vzácněji v samostatném přídatném oddíle (Macalister, 1875).

Tyto svaly mohou být využity u šlachových přenosů u pacientů postižených kvadruplegií se zachováním extenzorové skupiny svalů. Zancolli ve své práci využil přídatného svalu v 8 z 36 případů. Albright a Linburg popisují dvě kazuistiky, ve kterých pomocí šlachového přenosu *m. extensor carpi radialis intermedius* na *m. extensor pollicis longus* zlepšovali extenzi palce ruky (Zancolli, 1975; Albright a Linburg, 1978).

#### **1.4.2.3. *Musculus supinator***

*Musculus supinator* je plochý sval a má dvě vrstvy. Povrchová vrstva začíná na *epicondylus lateralis humeri*, hluboká vrstva začíná na loketní kosti, na *crista musculi supinatoris*. Společně se pak upínají na vřetenní kost proximálně od *tuberositas pronatoria*.

Stejně jako u ostatních svalů předloktí i zde se často vyskytují přídatné svalové snopce propojující *m. supinator* s dalšími okolními svaly včetně svalů přední skupiny předloktí nebo paže (Clason, 1869). Mimo jiné byl popsán přídatný úpon na *tuberositas radii* (Macalister, 1875). Přídatný sval jdoucí z *processus coronoideus ulnae* byl popsán v 34,24 % (25/73) ve studii Hasta a Perkinse (Hast a Perkins, 1985). Míra variability inervace *n. interosseus posterior* (NIP), jenž je pokračováním *ramus profundus n. radialis* po jeho výstupu z *canalis supinatorius* (tedy mezi oběma vrstvami odvraceče) je klinicky významná při reinzerci šlachy *m. biceps brachii*, u níž může především při technice využívající dvou přístupů

docházet k poškození nervů a následnému oslabení supinace (Chavan et al., 2008). Poškození inervace *m. supinator* má vliv především na supinaci bez zátěže (Gordon et al., 2004). Při ztrátě funkce *m. supinator* dochází k oslabení supinace o 64 % (Roukoz et al., 2008) Sval může být inervován dvěma až devíti větvemi NIP / *ramus profundus nervi radialis* (v závislosti na výšce odstupu dané větve). Náchylnost k poškození je dána blízkostí průběhu NIP k *tuberositas radii*. Za uspořádání s vysokým rizikem poškození je považován stav, při němž NIP probíhá do 5 mm od *tuberositas radii*, k čemuž dochází ve 25 % (Duquin, et al., 2010).

#### **1.4.2.3.1. *Arcus tendineus musculi supinatoris* (Frohseho arkáda)**

Mezi dvěma vrstvami *m. supinator* se nachází *canalis supinatorius* obsahující *ramus profundus nervi radialis*. Variabilní vazivové ztlustění při vstupu do *canalis supinatorius* se nazývá *arcus tendineus musculi supinatoris* čili Frohseho arkáda (FoA) (Clavert et al., 2009; Ozturk et al., 2005). V literatuře existují dva klasifikační systémy struktury *m. supinator* v této oblasti. Starší Prasarthritova klasifikace rozděluje šlachový typ (FoA) a membranózní typ (Prasarthrit et al., 1993).

Novější Debouckova a Roozeho klasifikace dělí oblast na čtyři typy (Debouck a Rooze, 1995):

- Typ A je šlachovitá arkáda a jedná se o pravou FoA
- Typ B je svalově-šlachovitá arkáda
- Typ C je výhradně svalová arkáda
- Typ D je membranózní arkáda

Této problematice se věnovala naše meta-analytická práce (viz níže) (Příloha 5; Beneš et al., 2020).

### **1.4.3. Svaly předloktí – zadní skupina**

#### **1.4.3.1. *Musculus extensor pollicis longus et brevis, musculus abductor pollicis longus***

Tyto tři svaly patří do hluboké vrstvy zadní skupiny svalů předloktí. *Musculus extensor pollicis longus* (MEPL) začíná na *facies posterior* vřetenní kosti a upíná se na základní článek palce. *Musculus abductor pollicis longus* (MAPL) začíná na *facies posterior* vřetenní i loketní kosti a upíná se na bázi prvního metakarpu.



Variabilita MEPL je velice neobvyklá. Upíná se konstantě na bázi koncového článku palce ve 100 % (50 z 50 případů). Naopak *musculus extensor pollicis brevis* (MEPB) je v oblasti úponu značně variabilní a do extenzorového aparátu se upíná ve 42 % případů, ve 40 % na základní článek palce a v 18 % na bázi koncového článku palce. Na podkladě tohoto uspořádání můžeme rozdělit extenzorový aparát palce na dva typy (Takahashi et al., 2020):

- Typ I se vyskytuje, pokud se MEPB upíná na základní článek palce a MEPL na bázi koncového článku palce. Tyto dvě šlachy bývají odděleny tenkou vazivovou přepážkou. Toto uspořádání se vyskytuje ve 40 %.
- Typ II se vyskytuje, pokud se obě šlachy upínají na bázi koncového článku palce a obě šlachy společně vytvářejí extenzorový aparát (zbylých 60 % případů).

Toto je klinicky velmi významná variace při odlišování šlachových ruptur, protože i při úplné ruptuře MEPL může docházet k extenzi koncového článku palce (Alemohammed et al., 2009).

Na úrovni zápěstí probíhá šlacha MEPB v prvním svalovém oddíle společně se šlachou *m. abductor pollicis longus* (MAPL). Tyto dvě šlachy může oddělovat drobná vazivová přepážka, která má také velký klinický význam při operační léčbě DeQuervainovy choroby, při níž je při operačním řešení nezbytné uvolnit obě části této přepážky. Tyto přepážky se nacházejí odděleně v 34 % (34/100) (Leslie et al., 1990). Je možné, že oddělené přepážky jsou předpokladem pro vznik DeQuervainovy choroby. U pacientů trpících touto chorobou byly přepážky oddělené v 71,3 % případů (102/143), naproti tomu v kadaverózní skupině bez tohoto onemocnění pouze v 20 % (18/90) (Alemohammed et al., 2009).

#### **1.4.3.2. *Musculus extensor digitorum***

*Musculus extensor digitorum* (MED; v klinice často jako *m. extensor digitorum communis*), nacházející se v povrchové vrstvě zadní skupiny svalů předloktí, začíná na *epicondylus lateralis humeri* a upíná se cestou dorzální aponeurózy na bázi středních a koncových článků prstů.

MED může mít pro jednotlivé prsty šlachy zdvojené, ztrojené, nebo mohou zcela chybět. MED byl popsán dokonce s 11 šlachami (Kaplan, 1965). V japonské populaci byla šlacha pro třetí prst zdvojena v 2,5 %, pro čtvrtý prst v 5 % a pro pátý prst v 12,5 % (Mori, 1964). V evropské populaci se na vzorku 50 končetin vyskytovala šlacha pro druhý prst ve 100 %, šlacha pro třetí prst byla zdvojená ve 24 %, ztrojená v 8 % a čtyři šlachy v 4 %; pro čtvrtý prst byla zdvojená v 52 %, ztrojená v 22 % a čtyři šlachy v 8 %. Šlacha pro malík pak chyběla

v 60 %, zdvojená byla v 6 % a ztrojená ve 2 % (Zilber a Oberlin, 2004). Podobné výsledky pak poskytla i studie Schroeder a Botte na vzorku 58 končetin (von Schroeder a Botte, 1990). Výsledky s dalšími studii pak poskytují Zilber a Oberlin ve své práci. Celkem v souhrnu z 1022 končetin bylo nejčastějším uspořádáním jedna šlacha pro ukazovák (94,9 %), jedna šlacha pro prostředník (58,9 %), jedna šlacha pro čtvrtý prst (44 %) s podobnou prevalencí jako zdvojený stav (42,6 %) a společná šlacha z MEDM a MED pro malík v 51,5 %. Šlacha pro malík chyběla v 19 % (Zilber a Oberlin, 2004; Mestdagh et al., 1985; Godwin a Ellis, 1992; von Schroeder a Botte, 1990; el-Badawi et al., 1995; Hirai et al., 2001).

Spojky v podobě *connexus intertendinei* chyběly mezi druhým a třetím prstem stejně jako mezi třetím a čtvrtým v 10 %, mezi čtvrtým a pátým v 2,5 % (Mori, 1964). V evropské populaci se na vzorku 50 končetin prevalence lehce liší s chyběním spojky mezi šlachou pro třetí a čtvrtý prst v 18 % a mezi šlachou pro čtvrtý a pátý prst ve 2 % (Zilber a Oberlin, 2004).

#### **1.4.3.2. *Musculus extensor indicis***

*Musculus extensor indicis* (MEI), nacházející se v hluboké vrstvě zadní skupiny svalů předloktí, začíná na *facies posterior* loketní kosti a upíná se do dorzální aponeurózy ukazováku.

MEI se vyskytuje velmi soudržně, a to v 96,5 % (souhrnný vzorek 3858 končetin) (Yammine, 2015b). Uvádí se, že šlacha MEI se upíná vždy mediálně od šlachy MED pro ukazovák, což je podstatné při odebírání šlachy pro šlachový přenos, který se nejčastěji používá k náhradě *m. abductor pollicis longus* (Ogure et al., 1987; Rohini a Swati, 2013). Šlacha se také používá při řešení ulnární deviace u revmatické ruky (Chung et al., 2010; De Santolo et al., 2008). Toto tvrzení však nebylo potvrzeno v meta-analýze, podle níž se laterální úpon šlachy vyskytoval v 1,2 % případů a šlacha se dokonce upínala v 0,8 % palmárně (Yammine, 2015b). MEI může být i ztrojený (Casal et al., 2011).

##### **1.4.3.2.1. Přídavné svaly v oblasti natahovačů prstů**

*Musculus extensor medii proprius* je přídavný sval začínající v místě MEI a jdoucí do dorzální aponeurózy třetího prstu. Vyskytuje se v 3,7 % (souhrnný vzorek 3984) (Yammine, 2015b). *M. extensor indicis et medii proprius* je označení pro stav, při němž ze společného svalového bříska vycházejí šlachy k ukazováku i prostředníku (Klena et al., 2012; Von Schroeder a Botte, 2001) a vyskytuje se v 1,6 % (souhrnný vzorek 3760 končetin) (Yammine, 2015). *M. extensor pollicis et indicis* je přídavný sval, jehož šlachy běží k palci a

ukazováku. Zpravidla se nachází za přítomnosti MEI a MEPL a nejedná se tedy o jejich variantu (Yoshida, 1995). Vyskytuje se v 0,75 % případů (Yammine, 2015b).

#### 1.4.3.3. *Musculus extensor digiti minimi*

*Musculus extensor digiti minimi* (MEDM), nacházející se v povrchové vrstvě zadní skupiny svalů předloktí, začíná na *epicondylus lateralis humeri* a upíná se do dorzální aponeurózy malíku.

Šlacha byla zdvojená v 80,1 %, ztrojená v 3,7 % a čtyři šlachy se nacházely v 0,8 % případů (souhrnný vzorek 1022 končetin) (Zilber a Oberlin, 2004). Zdvojená šlacha může začínat i z *m. extensor carpi ulnaris*, tento stav se vyskytuje poměrně často, a to v 34,2 % (vzorek 240 končetin; Nakashima, 1993).

Nakashima klasifikoval podle úponu tento sval na 3 typy (Nakashima, 1993):

- Typ A s úponem na bázi pátého metakarpu.
- Typ B na diafýzu pátého metakarpu.
- Typ C na hlavičku pátého metakarpu.

Prevalenci 22 % (vzorek 50 končetin) pak stanovil Hinds et al. (Hinds et al., 2016).

#### 1.4.3.4. *Musculus extensor carpi ulnaris*

*Musculus extensor carpi ulnaris* (MECU) nacházející se v povrchové vrstvě zadní skupiny svalů předloktí, má dvě hlavy. *Caput humerale* začíná na *epicondylus lateralis humeri* a *caput ulnare* začíná na *margo posterior* loketní kosti. Obě hlavy se pak společně upínají na bázi pátého metakarpu.

MECU je konstantní sval a jeho variabilita je poměrně nízká. Stejně jak u ostatních svalů předloktí se u něj mohou vyskytovat různé svalové spojky, například z *m. triceps brachii* (Macalister, 1875). Může na něm začínat přídatný sval jdoucí k malíku (viz výše). Tento sval byl také hlášen zdvojený (Bafred a Adamsen, 1986). Šlacha MECU probíhá distálně ve žlábkku vedle *processus styloideus ulnae*, ze kterého se také může dislokovat při tzv. *snapping extensor carpi ulnaris*. Předpokladem pro tento stav je mělký žlábek.

Nakashima et al. popsal 4 stupně hloubky žlábkku (Nakashima et al., 1993):

- Stupeň 1 je hluboký žlábek přítomný v 51,3 %.
- Stupeň 2 a 3 jsou mělké žlábkky odlišující se mohutností *processus styloides ulnae* a souhrnně se vyskytují ve 43,2 %

- Stupeň 4 je vzácný stav, při němž se tento žlábek nevyskytuje vůbec a udává se v 1,3 %.

Morfometricky pak vše analyzoval Iorio et al. (Iorio et al., 2014).

#### 1.4.3.5. *Musculus extensor digitorum brevis*

*Musculus extensor digitorum brevis* (MEDB) je označení pro variabilní krátký natahovač druhého nebo třetího prstu nacházející se na hřbetu ruky. Poprvé byl sval popsán pod termínem *m. extensor digitorum brevis indicis vel medii* Albinem (Albinus, 1875). Sval zpravidla začíná v oblasti bázi metakarpů ze zadní strany kloubního pouzdra, ale může mít začátek v oblasti distální části vřetenní kosti nebo na *lig. radioscaphoideum* (Yammine, 2015a; el-Badawi et al., 1995).

Ogurova klasifikace rozlišuje tři skupiny na podkladě jejich úponu (Ogura et al., 1987):

- Skupina 1 je charakteristická chyběním MEI a úponem MEDB do dorzální aponeurózy ukazováku.
- Skupina 2 má tři podskupiny na podkladě vztahu mezi MEDB a MEI.
  - V podskupině A je MEDB spojen se zkráceným MEI.
  - V podskupině B se MEDB upíná mediálně od MEI.
  - V podskupině C se MEDB upíná do zadní strany MEI.
- Skupina 3 je typická úponem MEDB do MEI.

Další klasifikaci ve své práci popsal Yoshida (Yoshida et al., 1984). Ke skupině 2 by šla zařadit jako další podtyp kazuistika s křížením šlach ve tvaru “X” (Mao a Li, 2014).

Souhrnná prevalence byla v meta-analýze stanovena na 2,3 % napříč populacemi (vzorek 5 789 končetin z 25 studií) (Yammine, 2015a). V zařazených studiích se prevalence pohybovala mezi 1,1% až 8,3 % případů (Jacobine et al., 2007; Ranade et al., 2008). MEDB se v 26,3 % vyskytoval bilaterálně (Yammine, 2015a). Ogura et al. prokázali přítomnost svalu v 50 % (10 z 20) při absenci MEI (Ogura et al., 1987).

MEDB se může projevovat hmatnou masou a chronickými bolestmi na hřbetu ruky (Shereen et al., 2017; Froelich et al., 2012; Shekhar et al., 2020). Často tento stav bývá doprovázen gangliem na hřbetu ruky, které může být do svalu i přímo zavzato (Dostal et al., 1995; Feintisch a Datashvili, 2017). Stav je zpravidla řešen chirurgickým odstraněním svalu nebo protětím čtvrtého extenzorového oddílu (Shereen et al., 2017). Tento sval také může být použit pro šlachový přenos na MEPL (Patel et al., 1984).

## 1.5. Loket

Tradičně je loketní krajina vymezena rovinou tří prsty nad a pod *linea inetepicondylaris*, tedy spojnici *epicondylus medialis et lateralis* (Grim et al., 2008).

### 1.5.1. Variabilita periferních senzitivních větví.

Zajímavá studie Dowdy et al. si dala za cíl rozebrat počet větví senzitivních nervů vzhledem k volbě řezu při přístupech k distální části pažní kosti. V tomto případě jsou ohroženy větve z *n. cutaneus brachii posterior et medialis* a *n. cutaneus antebrachii medialis, lateralis et posterior*. Přestože jsou tyto větve ve svém průběhu dosti variabilní, obecně lze říct, že při podélném řezu středem dorzální části paže dochází k čtyřikrát nižšímu vzniku poškození větví oproti řezům vedeným po stranách paže (Dowdy et al., 1995). Množství poraněných senzitivních větví je také argument k volbě rovných řezů.

### 1.5.2. Přídavné svaly v okolí lokte

Do oblasti loketního kloubu se upínají čtyři variabilní přídavné svaly. *M. dorsoepitrochlearis* (*m. latissimocondyloideus*) je sval začínající z *m. latissimus dorsi* a upínající se na okovec, *fascia brachialis*, *m. triceps brachii*, nebo *epicondylus lateralis humeri*. Vyskytuje u 1,6–10 % jedinců (Tountas et al., 1993; Haninec et al., 2009). Tento sval může být hmatný a viditelný v podpaží (Nastis et al., 2012). Začíná-li na *pars costalis m. latissimi dorsi*, je sval označován jako *m. chondroepitrochlearis*. Tento sval se může upínat i na *epicondylus medialis humeri* a vést k útlakům *n. ulnaris* (Spinner et al., 1991).

Třetím svalem je *m. epitrochleoanconeus*, krátký sval jdoucí z *epicondylus medialis humeri* k okovci. Prevalence je napříč literaturou velmi různorodá a pohybuje se od 1 % v německé populaci (1/100) k 28,7 % (45/157) u japonské populace (Clemens, 1957; Bando, 1956). V japonské populaci v práci Moriho se však *m. epitrochleoanconeus* vyskytoval pouze v 5,2 % (5/96) (Mori, 1964) a v německé populaci v práci Mementhalera naopak v 17,9 % (10/56) (Mementhaler, 1957). Je tedy pravděpodobné, že rozdíly jsou dány různou metodikou a poměrně malým vzorkem zmíněných prací. Vzhledem ke svému vztahu k *n. ulnaris* se i tento sval může podílet na jeho útlaku (Hirasawa et al., 1979). Wachsmuth a Wilhelm popsali 16 případů neuropatií *n. ulnaris* úspěšně řešených pomocí myotomie svalu a přední transpozice loketního nervu (Wachsmuth a Wilhelm, 1968).

Čtvrtým svalem je *m. subanconeus*, v literatuře označovaný jako konstantní sval nacházející se pod *m. triceps brachii* na kloubním pouzdře ve 100 % (18/18) (Tubbs, 2006). I tento sval může způsobit útlak *n. ulnaris* (Sucher a Herness, 1988).

### 1.5.3. Variabilita kostry lokte

Variabilita kostí v oblasti lokte je jako u jiných kloubů značná a každá z kloubních ploch se může ve svých rozměrech značně lišit. Klinický význam mají rozměry hlavičky vřetenní kosti při jejich náhradách (Koslowsky et al., 2007). Tyto morfometrické parametry nebudeme podrobně rozebírat a zaměříme se především na klinicky významné přídavné kosti a variabilní struktury v oblasti distální části pažní kosti.

#### 1.5.3.1. Přídavné kosti lokte

Přídavné kosti lokte byly v minulosti předmětem celé řady kazuistik, ale systematický popis založený na analýze většího vzorku, definice a názvosloví v literatuře dosud chyběly a jednotlivé parametry byly prozkoumány v rámci naší práce (Příloha 6; viz níže). Předchozí Woodova a Campbellova klasifikace rozděluje sedm různých typů přídavných kostí i s vysvětlením jejich patogeneze (Gudmundsen a Ostensen, 1987; Wood a Campbell, 1994). Nejdůležitější jsou popsány nitrokloubní (intraartikulární) *os supratrochleare posterius* a vzácnější *os supratrochleare anterius* (Příloha 7). *Os supratrochleare posterius* byla popsána v literatuře ve 35 případech a ozývá se často bolestí lokte a omezením pohybu (Obermann a Loose, 1983; Canamero et al., 2014). *Patella cubiti* byla v souhrnné práci Mittala et al. nalezena v literatuře v 18 případech (Gunn, 1928; Mittal et al., 2014). Byla popsána původně již v roce 1903 Kienböckem (Kienböck, 1903). V práci Sachse a Degensheina je uváděn i dřívější popis „[... popsána anatomy v 1776 a později Virchowem v 1864]“. Toto tvrzení ale bohužel neobsahuje literární zdroj (Sachs a Degenshein, 1948). O možném traumatickém nebo vrozeném původu kosti se stále vedou spory (Mittal et al., 2014). Celá problematika je poněkud složitější a tento vzorek se pravděpodobně skládá z různých jednotek; například z kongenitální pseudartrózy (viz níže v Diskuzi; Příloha 8 a 9). Ostatní typy přídavných kostí nebyly v literatuře v rámci kazuistiky popsány, byť se vyskytují i ve starších schématech (Schwarz, 1957). V detailu jsou přestaveny v kapitole Výsledky.

#### 1.5.3.2. Loketní kloub a distální část kosti pažní

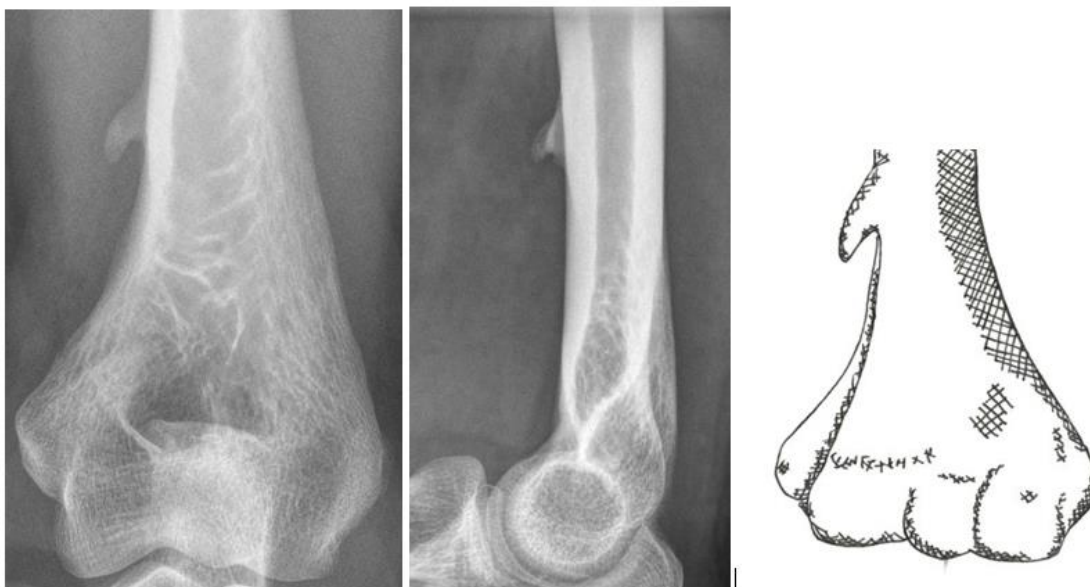
Variabilita v oblasti lokte a distální části pažní kosti je uváděna pro úplnost a ve vztahu k vymezenému tématu této práce je velmi okrajovou záležitostí. Nicméně i v této lokalitě se vyskytuje několik klinicky významných variací hodných zmínky.

#### 1.5.3.2.1. *Incisura trochlearis ulnae*

Kloubní plocha loketní kosti, zvaná *incisura trochlearis ulnae* a určená pro kladku pažní kosti, se zpravidla skládá ze dvou menších kloubních plošek (faset) pokrytých hyalinní chrupavkou oddělených krátkým kostěným předělem. Tento stav se označuje jako typ I a vyskytuje se v 60,4 % (165/273). Typ II je definován jako částečné splnutí obou plošek a vyskytuje se v 27,5 % případů. Typ III je charakteristický úplným splnutím obou plošek a nachází se v 12,1 % případů (Totlis et al., 2019). Podobné rozložení jednotlivých typů je uvedeno i v práci Oberländera et al. (typ I v 64,7 %; typ II v 29,3 %; typ III v 6 %) (Oberländer et al., 1984). Kostěný předěl vzniká pravděpodobně během vývoje při splývání proximální ulnární růstové chrupavky se sekundárními osifikačními centry (v okovci a *processus coronoideus ulnae*) (Kieffer et al., 2014).

#### 1.5.3.2.2. *Processus supracondylaris humeri*

*Processus supracondylaris* (*processus supraepitrochlearis*; *processus supracondylicus*) je výstupek na anteromediální straně pažní kosti proximálně od *epicondylus medialis humeri* (Tubbs et al., 2016; Obrázek 9). Někdy je pro značné klinické rozdíly zvlášť označována jeho hrbolekovitá forma jako *tuberculum supracondylare* (Nastis, 2008). Variabilně může z *processus supracondylaris* sbíhat na *epicondylus medialis humeri* vazivový pruh, zvaný Struthersův vaz. Tento vaz se soudržně nachází u nižších savců, u kterých se často vyskytuje i ve zkostnatělé formě, pak se vzniklý otvor označuje jako *foramen entepicondylare* a probíhají v něm *vasa brachialia* a *nervus medianus*. (Landry, 1958). U lidí se tato variace vyskytuje velmi vzácně a označuje se jako *foramen supracondylare* (Lordan et al., 2005).



Obrázek 9: *Processus supracondylaris* na předozadním a bočním RTG snímku a na schématu (obrázek vytvořila K. Janečková)

V americké, evropské a indické populaci byla prevalence *processus supracondylaris humeri* popsána okolo 1 % (Terry, 1921; Aydinlioglu et al., 2010; Nastis, 2008).

Klinický význam tkví především v riziku vzniku kompresních neuropatií, jež nejčastěji postihují *n. medianus* během jeho průběhu pod Struthersovým vazem (Al-Qattan a Husband, 1991; Rehak, 2001). Tento stav se často označuje jako pronátorový syndrom a projevuje se bolestivostí přední části předloktí a lokte. Tato bolest se zhoršuje během opakovaného úchopu nebo pronace. Na rozdíl od syndromu karpálního tunelu se zde nesetkáváme s typickou noční bolestivostí, avšak můžeme se setkat s necitlivostí kůže thenaru (inervované cestou *ramus palmaris nervi mediani* odstupující ještě před vstupem nervu do *canalis carpi*) (Rehak, 2001). *Processus supracondylaris* je často místem začátku *m. pronator teres*, který k těmto příznakům také může přispívat (McCulloch, 2010). Diagnostice může pomoci snadná hmatatelnost této struktury.

Vzácněji může být utlačována i *a. brachialis*, což se projeví ischemií předloktí a ruky během hyperextenze v loketním kloubu (Talha, 1987). Byl popsán i případ, v němž se Struthersův vaz upínal distálněji, splýval s *m. flexor carpi ulnaris* a vytvářel útlakový syndrom *n. ulnaris* (McCulloch et al., 2010).



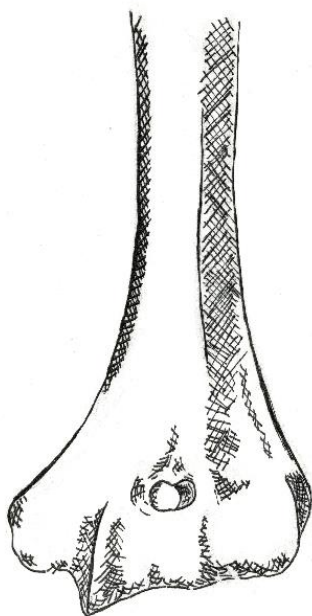
Vzácně může docházet ke zlomeninám *processus supracondylaris* (Kolb a Moore, 1967; Spinner et al., 1994). Konzervativní řešení může být komplikováno při útlaku *n. medianus* některým z úlomků. V takovém případě je vhodné úlomek operačně odstranit. V diagnostice může docházet k záměně s osteochondromem, který se od přítomného *processus supracondylaris* odlišuje opačným směřováním hrotu, tedy proximálně (směrem od loketního kloubu) (Newman 1969; Mittal a Gupta, 1978).

#### **1.5.3.2.3. Foramen supratrochleare humeri**

*Foramen supratrochleare humeri* (septal aperture) vzniká údajně perforací kostěné lamely oddělující *fossa olecrani* a *fossa coronoidea* v důsledku tlakové atrofie způsobené krajní zátěží lokte v extenzi (Singhal a Rao, 2007; Lamb, 1890; Obrázek 10). Této teorii však odporuje vyšší výskyt u žen a na levé končetině (Hrdlička, 1932).

Prevalence se v závislosti na populaci pohybuje od 0,3 % (Řekové) do 58 % (Arkansaští indiáni). V evropské populaci je zhruba okolo 8 % (Erdogmus et al., 2014).

Klinicky významná je zvýšená náchylnost ke vzniku zlomenin distální části pažní kosti, především při pádech na natažené předloktí, a dále snížený prostor pro umístění osteosyntézy. Řešení podobných zlomenin je vhodné tuhou konstrukcí v podobě více rekonstrukčních dlah (Singhal a Rao, 2007; Sahajpal a Pichora, 2006).



Obrázek 10: *Foramen supratrochleare* na schématu (obrázek vytvořila K. Janečková).

## 2. Cíle práce a hypotézy

### 2.1. Přídavné kosti v okolí lokte

Přídavné kosti se vyskytují v okolí většiny kloubů. Nejčtenější jsou zaznamenávány v okolí ruky (asi 10 %), nohy (souhrnně orientačně přes 30 %) a kolena (asi 30 %) (Berthaume a Bull, 2021; Berthaume et al., 2019; Gursoy et al., 2021; Keles-Celik et al., 2017). V oblasti lokte jsou zmínky ojedinělé. Cílem naší práce bylo vypracovat definici těchto kostí a experimentálně ověřit, hypotézu, že vrozené kosti se v dospělém skeletu budou vyskytovat s obdobnou četností bez vazby na věk člověka, a naopak výskyt degenerativních změn bude ve vzorku stoupat. Budou-li se kosti vyskytovat ve věkových skupinách stejně, lze předpokládat jejich vrozený původ. Tato hypotéza ovšem nevyvrací hypotézu vzniku kostí na podkladě traumatu v raném věku, kterou by mohla potvrdit pouze histologická analýza extrahovaných kostí.

Dále bylo cílem práce vytvořit novou klasifikaci na podkladě přesného výskytu jednotlivých kostí.

Pro potvrzení naší hypotézy a vyvrácení argumentu, že volná tělíska v kloubu vizuálně často také splňují definovaná radiologická kritéria jsme analyzovali vzorek pacientů se ztuhlostí lokte a přídavnými osifikacemi. Lze-li uvažovat o vrozené etiologii přídavných kostí, tak bude prevalence u loktů postižených degenerativními změnami stejná jako ve zdravé populaci. Jsou-li definovaná radiologická kritéria funkční, tak i přes extripaci makroskopicky pravidelných volných těles bude jejich rentgenový obraz nepravidelný a odlišitelný od suspektních vrozených kostí.

Dalším cílem práce je dále představit nalezené jednotlivé případy.

### 2.2. Odhad průběhu *ramus recurrens nervi mediani* na podkladě průběhu palmárních rýh

Řešení úžinového syndromu v oblasti karpálního tunelu je jednou z nejčastějších ortopedických operací. Existuje nespočet různých operačních technik, od těch otevřených ze širokého řezu po miniinvazivní za pomoci retinakulotomu, endoskopické vizualizace, nebo ultrasonografické vizualizace. Všechny tyto techniky zahrnují určité riziko poranění *n. medianus*, které je největší u mini-invazivních technik bez vizualizace nože a RRNM, což platí obzvláště pro techniky založené na užití retinakulotomu v kombinaci s variabilním (transligamentózním nebo preligamentózním) průběhem RRNM. Někteří operatéri se opírají

o hypotézu, že u pacientů s variabilním průběhem RRNM existuje určitá povrchová variabilita ruky. Cílem našeho experimentálního ověření byla variabilita povrchových struktur a hledání jejich vztahu s průběhem RRNM.

### **2.3. Systematické souhrny**

#### **2.3.1. *Musculi lumbricales***

Cílem naší práce bylo objasnění variability *mm. lumbricales*, prevalence jednotlivých typů pro jednotlivé prsty a vytvoření nové klasifikace.

#### **2.3.2. *Arcus tendineus musculi supinatoris***

Cílem této práce bylo objasnění prevalence jednotlivých typů proximální arkády *m. supinator* a jejich vlivu na výskyt klinických syndromů.

### 3. Metodologie výzkumu

Použité metody lze rozdělit do čtyř hlavních částí. První zaměřená na přídatné kosti v okolí lokte, druhá na odhad průběhu *ramus recurrens nervi mediani* podle palmárních rýh ruky, třetí na systematické souhrny a čtvrtá na kazuistické případy.

#### 3.1. Přídatné kosti v okolí lokte

Problematiku přídatných kostí v okolí lokte jsme zpracovali celou řadou odlišných metodologických postupů. V první fázi jsme se věnovali sběru dat z rentgenových snímků s cílem zjistit prevalenci, definovat kritéria pro přídatné kosti a stanovit novou klasifikaci. Následně jsme provedli ověření správnosti našich kritérií na patologicky změněných loktech a v poslední fázi jsme nahlíželi na jednotlivé přídatné kosti formou literární rešerše a kazuistiky.

##### 3.1.1. Retrospektivní analýza výskytu přídatných kostí v okolí lokte

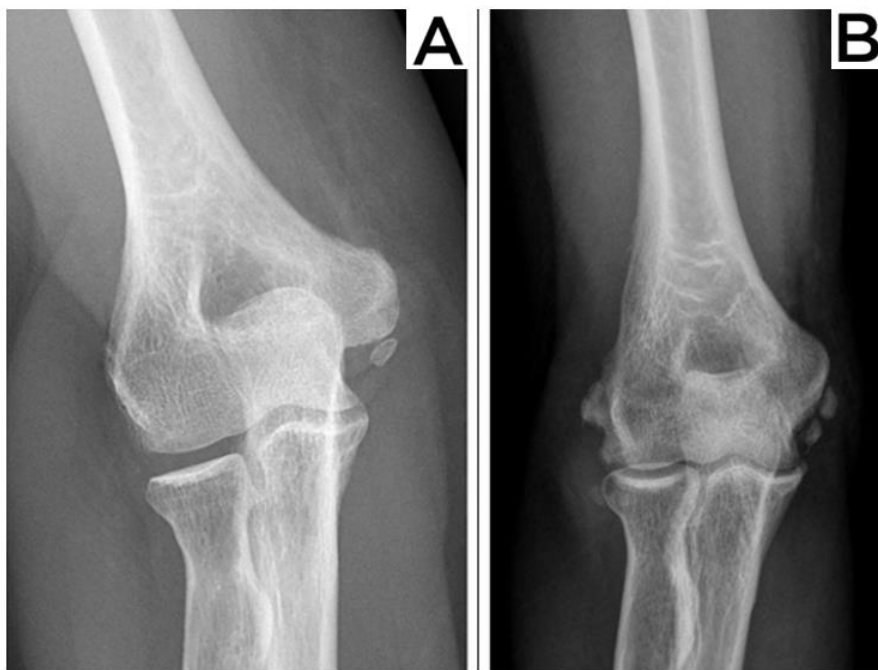
Retrospektivně jsme zhodnotili 2 413 loktů v jejich předozadní a boční projekci pořízených v letech 2013–2017 na Klinice zobrazovacích metod 2. LF UK a FN Motol. Snímky jsme hodnotili na pracovní stanici s monitorem BARCO MDCG-5221 (Barco NV, Kortrijk, Belgium) v rozlišení 2048x2560 pixelů.

V našem vzorku se nacházelo 1359 mužů a 1054 žen ve věkovém rozmezí 21 až 76 let. Před dalším hodnocením vzorku byla použita následující vyřazovací kritéria: 1) věk pod 21 let; 2) lokty s vážnými degenerativními změnami; 3) lokty s dislokovanými nebo tříštivými zlomeninami, lokty s osteosyntetickým materiálem nebo artroplastikou; 4) snímky pořízené ve špatných projekcích; 5) snímky loktů pořízené v sádrové fixaci nebo vakuové dlaze. Na podkladě těchto kritérií bylo vyřazeno 473 loktů.

Morfologické parametry definující přídatné kosti byly stanoveny jako: 1) mající pravidelný oválný tvar; 2) mající hladké okraje; 3) mající pravidelný poměr mezi kompaktní (kortikální) a spongiózní kostí. Tyto parametry sloužily k odlišení jiných patologických změn. Všechna tato kritéria musela být splněna k vyslovení diagnózy přídatná kost. V rámci diferenciální diagnostiky je nutné odlišit především degenerativní změny (Obrázek 11).

Snímky, na nichž se nacházela přídatná osifikace libovolného charakteru, byly konzultovány mezi všemi autory, vybrané nejasné případy s radiologem s více než 50letou zkušeností.

Statistická analýza byla použita k ověření hypotézy, že prevalence pravých vývojových přídatných kostí nestoupá s věkem; pokud by se tak stalo, jedná se pravděpodobně o degenerativní změny (Příloha 6; Kunc et al., 2020 b).



Obrázek 11: Srovnání mezi A) přídatnou kostí s charakteristickými znaky: okrouhlý tvar, hladký povrch a pravidelný poměr mezi kompaktní a spongiózní kostí; a B) degenerativními změnami.

### 3.1.2. Retrospektivní analýza artroskopicky operovaných pacientů pro ztuhlost lokte

Provedli jsme retrospektivní zhodnocení 39 pacientů s provedenou artroskopií loketního kloubu operovaných jedním operátorem v letech 2010–2020 na Klinice úrazové chirurgie v Masarykově nemocnici v Ústí nad Labem. Do vzorku jsme zahrnuli všechny pacienty splňující indikační kritéria pro provedení artroskopie lokte, jež měli pórůrazovou středně těžkou až těžkou intrinzickou ztuhlost lokte neodpovídající na rehabilitační léčbu a byli dostatečně spolupracující.

V našem vzorku převládali muži (27/39; 69,2 %) nad ženami (12/39; 30,8 %) a více výkonů bylo provedeno na pravé straně (23/39; 59 %) ve srovnání se stranou levou (16/39; 41 %).

Zařazení byli všichni pacienti po aplikování následujících vyřazovacích kritérií: 1) neúplné rentgenologické snímky (provedení pouze jedné projekce); 2) neúplný operační protokol; 3) vyjádření nesouhlasu pacienta s naší analýzou; 4) snímky provedené v sádrové fixaci; 5)

snímky obsahující osteosyntetický materiál nebo degenerativní změny 3. a 4. stupně Kellgrenovy-Lawrencovy klasifikace.

V rámci dokumentace byla získána následující data: věk pacienta v době operace, strana výkonu, datum operace, záznam o odstranění cizího tělesa z dokumentace, průběh výkonu a údaje o případné proběhlé operaci na témže lokti před provedením artroskopie. Dále byl analyzován rentgenový snímek lokte pořízený v předozadní a boční projekci na monitoru Phillips 227E s rozlišením 1920\*1080 v základním nastavení. K analýze byla použita funkce zvětšení a změna jasu.

Pro identifikaci přídatných kostí byla použita kritéria definovaná výše a zaznamenán počet splněných kritérií. Pokud byla všechna kritéria splněna a jednalo-li se o skutečnou přídatnou kost, zařadil jsme kost podle klasifikace přídatných kostí zmíněné níže (Kunc et al. 2020 b).

Pro srovnání pozorované četnosti výskytu přídatných kostí s četností výskytu popsané v předchozí studii věnující se prevalenci byl použit Fisherův exaktní test, jenž jsme také využili pro kontrolu, zda souvisí splnění kritérií I–III s pohlavím pacienta nebo stranou výkonu. Logistická regrese a Kendallova korelace (varianta b) byly použity ke zkoumání závislosti mezi výskytem přídatných osifikací v našem vzorku a věkem pacienta, kdy výskyt přídatných osifikací byl kódován jako hodnota 1 a jejich chybění jako 0. V případě logistické regrese se testovalo, zda se daný koeficient v modelu s konstantním členem statisticky významně odlišuje od nuly. V případě Kendallovy korelace se testovalo, zda se korelační koeficient významně odlišuje od nuly. Statistická analýza byla provedena v jazyce Python 3.8 za použitím knihovny SciPy verze 1.2.1. (Přílohy 6 a 10; Virtanen, 2020; Kunc et al., 2020 b; Kunc et al., 2022).

### **3.1.3. Kazuistiky**

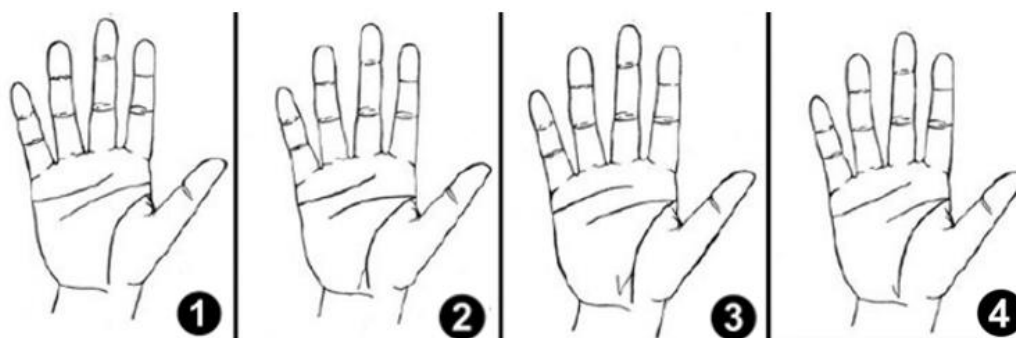
V rámci výzkumu přídatných kostí jsme narazili na dva případy zasluhující kazuistického zpracování. Provedli jsme retrospektivní zpracování vzácného případu *os supratrochleare anterius* a útlaku *n. ulnaris* vlivem patologické osifikace v oblasti lokte (Přílohy 7 a 11).

## **3.2. Odhad průběhu *ramus recurrens nervi mediani* na podkladě průběhu palmárních rýh**

V rámci anatomického pitevního kurzu na *Medizinische Universität Graz* v rakouském Štýrském Hradci byla provedena preparace 28 rukou 14 dárců těl. Ze všech dostupných

rukou bylo vybráno 10 (od 7 dárců) s chybějícím *m. palmaris longus* k ověření vlivu této variace na průběh palmárních rýh. Zbytek rukou byl zvolen náhodně.

Před začátkem preparace byla pořízena fotografie dlaně. Následně byla odpreparována kůže, podkoží a obnaženo *retinaculum mm. flexorum*, které bylo změřeno manuálním posuvným měřítkem. Následně bylo *retinaculum mm. flexorum* protnuto a byl nalezen *ramus recurrens nervi mediani* (RRNM), který byl popsán na podkladě Poisselovy a Lanzovy klasifikace (Tabulka 4). Na základě pořízených fotografií byl analyzován vztah RRNM a transverzální, proximální a distální palmární rýhy dle jejich popisu a dělení v práci Parka et al. na Sydneyskou, Suwonskou a Simianskou rýhu. Vztah mezi radiální longitudinální palmární rýhou a proximální karpální rýhou byl popsán jako zavřený, otevřený nebo potkávající se dle stejné studie (Park et al., 2010). Kontinuita radiální longitudinální rýhy a vzor její distální divize byl rozdělen dle podoby k písmenům N, V,  $\Lambda$  (obrácené V) a „bez proximální divize“ (Obrázek 12).



Obrázek 12: Variabilita proximálního konce radiální longitudinální rýhy – 1) bez proximální divize, 2) typ  $\Lambda$  (obrácené V), 3) typ N, 4) typ V (obrázek vytvořila K. Janečková).

Fisherův exaktní test byl použit pro statistickou analýzu vztahu mezi typem RRNM a chyběním *m. palmaris longus* a mezi výskytem RRNM a typem palmárních rýh (Příloha 1; Kunc et al., 2020 c).

### 3.3. Systematické souhrny a meta-analýzy

Systematické souhrny a meta-analýzy byly prováděny dle metodologie skupiny *Evidence-Based Anatomy Working Group* (Henry et al., 2016) a podle směrnice *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)* (Mother et al., 2009).

### 3.3.1. *Musculi lumbricales*

V první části jsme definovali termíny „*lumbrical muscle, lumbrical muslecs, lumbrical, lumbricals, musculus lumbricalis, musculi lumbricales*“ pro vyhledávání v databázích PubMed, Scopus, Web of Science a Google Scholar. Všechny nalezené práce byly nezávisle revidovány dvěma autory. Zařazeny byly pouze původní práce provedené na lidských kadaverech. Pro posouzení kvality jsme použili kritéria *Anatomical Quality Assurance* (AQUA) (Henry et al., 2017) a následně jsme provedli statistickou analýzu (Příloha 2).

### 3.3.2. *Arcus tendineus musculi supinatoris*

Nejprve jsme definovali termíny „*arcade of Frohse*“ a „*supinator arch*“ pro vyhledávání v databázích PubMed, Scopus, Web of Science a Google Scholar (prvních 100). Datum publikace nebylo omezeno. Vyřazeny byly všechny články, kde výzkum nebyl prováděn na lidských subjektech, a dále jednalo-li se o kazuistiky, dopisy editorovi, články v jiném než anglickém jazyce a články nízké kvality. Kvalitu článků jsme posuzovali podle kritérii *Anatomical Quality Assurance* (AQUA) *tool* (Henry et al., 2017).

V rámci vědeckých studií existuje několik možných klasifikací. Většina z nich se opírá o množství vazivové a svalové tkáně, která tvoří proximální okraj *m. supinator*. Za pravou Frohseho arkádu je považován pouze šlachový oblouk. V Prasarithově klasifikaci je použit termín „*true Arcade of Frohse*“, Debouck a Rooze ho ve své klasifikaci označují jako typ A (Debouck a Rooze, 1995; Prasartritha et al., 1993).

Pro statistickou analýzu jsme použili software R (*R Foundation for Statistical Computing*) a metody *inverse variance* spolu s *Freeman-Tukey double arcsine transformation* (Příloha 5; Beneš et al., 2021).

## 3.4. Kazuistické případy

Významnou součástí zkoumání variací lidského těla je anatomická pitva. Její přesné provedení, precizní preparace a důkladná teoretická znalost topografických poměrů umožňuje objevit celou řadu vzácných anatomických variací. Na jednotlivé variace je obtížné se zaměřit prospektivně vzhledem k jejich vzácnému výskytu, a tedy jsou tradičně popisovány formou kazuistik.



### **3.4.1. Kazusitika nepřítomnosti *musculus flexor digitorum profundus* a kazuistka variabilního bříška propojující *musculus flexor pollicis longus* a *musculus lumbricalis primus***

Zaznamenané případy byly nalezeny v rámci vědeckých aktivit demonstrátorů, lektorů a zaměstnanců Ústavu anatomie 2. LF UK a též studenty během jejich anatomických pitevních cvičení. Anatomická pitva probíhá podle doporučení publikovaných v knize Topografická pitva, s drobnými odchylkami dle nutnosti ozřejmění jednotlivých struktur (Stingl, 2004). Pitva probíhala vždy na tělech dobrovolných dárců, fixovaných klasickou formalinovou konzervační metodou (Příloha 4; Belbl et al., 2020).

### **3.4.2. Přídavný *musculus flexor carpi ulnaris***

V případě této práce probíhala pitva na Institutu anatomie na *Medizinische Universität Graz* v rakouském Štýrském Hradci. Tělo dárce bylo fixováno Thielovou metodou a pitva provedena autorem této práce po jednotlivých vrstvách (Příloha 3; Kunc et al., 2019).

## 4. Výsledky

Výsledky již publikovaných prací jsou zmíněny stručně, neboť jsou ve formě jednotlivých článků součástí kapitoly Přílohy. Větší důraz je v této kapitole kladen na výsledky dosud nepublikované v odborných časopisech.

### 4.1. Přídavné kosti v okolí lokte

Uvádíme zde pouze přehledné výsledky publikované v původní práci (Příloha 6; Kunc et al., 2020 b) a podrobněji dosud nepublikované kazuistiky.

#### 4.1.1. Prevalence a analýza zkoumaných činitelů

V rámci našeho vzorku jsme našli 17 pravých přídavných kostí u 15 pacientů (výskyt 0,77 %). Dva pacienti měli dvě přídavné kosti.

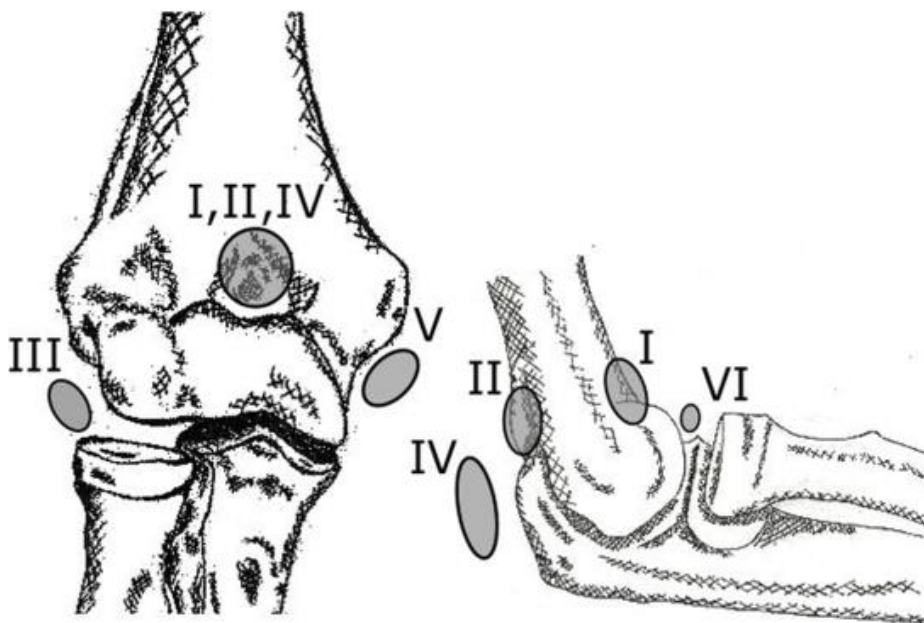
Vyloučení degenerativního původu je bez histologického nebo embryologického zkoumání možné pouze nepřímými důkazy. Jako první jsme zvolili korelaci k věku založenou na hypotéze, že v případě degenerativního původu by měl být výskyt přídavných kostí zvýšen ve vyšším věku. Tato korelace se ukázala jako statisticky nevýznamná ( $P = 0,059$ ). Pro možnost provedení analýzy jsme rozřadili pacienty do šesti věkových skupin v rámci věkové dekády (ve skupině 21–30 let bylo 604 pacientů a jedna přídavná kost; ve skupině 31–40 let bylo 407 pacientů a pět přídavných kostí; ve skupině 41–50 let 430 pacientů a tři přídavné kosti; ve skupině 51–60 let 276 pacientů a tři přídavné kosti; ve skupině 61–70 let 134 pacientů a jedna přídavná kost; a ve skupině 71–89 pacientů a dvě přídavné kosti). Celou problematiku dokumentuje. Dále jsme ze stejného důvodu provedli korelaci k přítomnosti *calcar olecrani*, která také nebyla statisticky významná ( $P = 0,209$ ).

#### 4.1.2. Klasifikace a mapa výskytu

Všechny přídavné kosti byly zaneseny do radiologické mapy, abychom přesně zdokumentovali jejich výskyt (Obrázek 13). Na podkladě těchto zjištění byla vytvořena nová klasifikace (Obrázek 14).



Obrázek 13: Mapa výskytu přídatných kostí. Publikováno v článku: Kunc, V., Kunc, V., Černý, V., Polovinčák, M., Kachlík, D., 2020. Accessory bones of the elbow: prevalence, localization and modified classification. J. Anat. 237, 618-622.



Obrázek 14: Nová klasifikace přídatných kostí v okolí lokte. Typ I = *os supratrochleare anteriorus*; Typ II = *os supratrochleare posterius*; Typ III = *os subepicondylare laterale*; Typ IV = *os sesamoideum tricipitale*; Typ V = *os subepicondylare mediale*; Typ VI = *os sesamoideum brachiale*. Publikováno v článku: Kunc, V., Kunc, V., Černý, V., Polovinčák, M., Kachlík, D., 2020. Accessory bones of the elbow: prevalence, localization and modified classification. J. Anat. 237, 618-622.

#### **4.1.3. Retrospektivní analýza artroskopicky operovaných pacientů pro ztuhlost lokte**

Více výkonů bylo provedeno na levé straně (58,54 %; 24/41) než na pravé (41,46 %; 17/41). Naše vyřazovací kritéria splnili dva pacienti, kteří měli rozsáhlé degenerativní změny. Věk pacientů se v době operace pohyboval v rozmezí od 16 do 74 let (průměr 41,2; medián 40).

Přídavné osifikace se vyskytovaly v 71,49 % (31/39) případů, z nichž kritérium 1 splnilo 29,03 % (9/31) případů, kritérium 2 splnilo 16,13 % (5/31) případů, a kritérium 3 splnilo 6,45 % (2/31) případů. Celkem 12,90 % (4/31) končetin splnilo jedno kritérium pro variabilní přídavné kosti, 9,68 % (3/31) dvě kritéria a 6,45 % (2/31) všechna tři kritéria (Příloha 10; Kunc et al., 2022).

#### **4.1.4. Kazuistické případy**

##### **4.1.4.1. *Os supratrochleare anterius***

Pacient ve věku 36 let přišel na naši kliniku s chronickou bloádou loketního kloubu a omezením flexe předloktí o 20°, jež ho omezovaly při jeho kovářském povolání. Obtíže byly chronického rázu, což dával do souvislosti s lehkým úrazem v dětství. Na rentgenu byla patrná přídavná osifikace splňující všechna tři kritéria po vývojově samostatnou kost a vzhledem k poloze ve *fossa coronoidea humeri* byla vyslovena diagnóza *os supratrochleare anterius*. Toto bylo potvrzeno i na CT vyšetření. Tato kost byla artroskopicky vyňata cestou standardních anterolaterálních a anteromediálních portů. *Os supratrochleare anterius* byla identifikována a odstraněna po malých kusech. Flexe předloktí se po operaci vrátila téměř k normě (140°) a postoperační rentgen ukázal úplné odstranění přídavné kosti. Pacient se bohužel nedostavil na plánovanou kontrolu po šesti měsících (Příloha 7).

##### **4.1.4.2. Neuropatie *nervus ulnaris* vyvolaná patologickou osifikací v oblasti lokte**

Pacientka ve věku 30 let přišla s klasickými příznaky syndromu kubitálního tunelu – pozitivní Wartenbergerův příznak, pozitivní Fromentovo znamení a hypestézie čtvrtého a pátého prstu. Na rentgenu byla pozorována osifikace, která nespĺňovala známky vývojové přídavné kosti. Vzhledem k anamnéze byla dána do souvislosti s luxací lokte o šest let dříve. Po extirpaci kosti a uvolnění *canalis cubitalis* příznaky odezněly (Příloha 11).

## 4.2. Odhad průběhu *ramus recurrens nervi mediani* na podkladě průběhu palmárních rýh

V rámci našeho vzorku jsme našli RRNM typu I v 16 (57,14 %), typu II v šesti (21,43 %) a typu III v jednom (3,57 %) případě. Průměrná šířka *retinaculum mm. flexorum* byla u typu I 32,9 mm, u typu II 33,6 mm a u typu III 31,8 mm. Vztah mezi *proximal palmar crease* a *radial longitudinal crease* byl typu A v 17 (60,71 %), typu B v devíti (32,14 %) a typu C ve dvou případech (7,14 %). Pomocí Fisherova exaktního testu jsme zamítli nulovou hypotézu nevýznamnosti vztahu mezi chyběním MPL a typem RRMN i mezi typem RRMN a uspořádáním palmárních rýh (Příloha 1; Kunc et al., 2020c).

## 4.3. Systematické souhrny

Podrobné výsledky obou systematických souhrnů mohou být nalezeny v původních pracích a především v jejich doplňujících materiálech (Přílohy 2 a 5; Beneš et al., 2021). Zde vzhledem k formátu práce uvádíme pouze zjednodušené výsledky.

### 4.3.1. *Musculi lumbricales*

V rámci naší meta-analýzy jsme našli 2229 studií (po odstranění duplicit 1275), ze kterých 14 splňovalo zařazovací kritéria a prošlo vyřazovacími kritérii. Dalších 12 studií bylo nalezeno pomocí kontroly zdrojů. Celkem jsme tedy do naší práce zařadili 26 studií obsahujících celkem 1340 končetin. Pravých rukou bylo 491, levých 481 a u 368 rukou nebyla strana uvedena; pohlaví bylo mužské v 538 případech, ženské ve 157 případech a u 645 nebylo uvedeno.

Následně jsme klasifikovali nalezené variace do pěti skupin: začátek, úpon, inervace, množství svalů a morfometrické svaly (Tabulka 6).

Tabulka 6: Souhrn nové klasifikace variabilních svalů rozdělených do pěti skupin. Skupiny: 1 – začátek; 2 – úpon; 3 – inervace; 4 – množství svalů; 5 – morfometrické parametry. Zkratky: ML – *musculus lumbricalis*; NM – *nervus medianus*; NU – *nervus ulnaris*

1A	Zpeřený začátek	Obvykle polozpeřený sval (L1, L2) začíná i z přilehlé šlachy MFDP
1B	Přídavný začátek	Odstupuje z MFDS, MFPL nebo MFDP
1C	Proximální začátek	ML začínající v <i>canalis carpi</i> nebo proximálně od něj
1D	Polozpeřený začátek	Obvykle polozpeřený sval má pouze polozpeřený začátek
2A	Přídavný úpon	ML s přídavným úponem na základní článek
2B	Variabilní úpon	ML se upíná výhradně na mediální stranu přilehlého prstu
2C	Rozštěpený úpon	ML se upíná jak do běžného místa úponu, tak na mediální stranu přilehlého prstu
2D	Úpon mimo dorzální aparát	Úpon pouze na základní článek bez kontaktu s dorzálním aparátem
3A	Přídavná inervace z NM	Přídavná inervace NM svalů běžně inervovaných z NU (ML3 a ML4)
3B	Přídavná inervace z NU	Přídavná inervace NU svalů běžně inervovaných z NM (ML1 a ML2)
3C	Přídavná inervace z <i>ramus superficialis</i> NU	K běžné inervaci z NU se přidává i větev z <i>ramus superficialis</i> NU
3D	Výhradní inervace z NM	ML3 či ML4 jsou výhradně inervovány z NM
3E	Výhradní inervace z NU	ML1 či ML2 jsou výhradně inervovány z NU
4A	Přídavné svalové břicho	Vychází z MFDP, MFDS nebo MFPL
4B	Chybění svalu	ML chybí v celém rozsahu
5A	Hypertrofie svalu	Bez přesné definice v současné literatuře
5B	Délka celého svalu	
5C	Šířka celého svalu	
5D	Délka svalového břicha	
5E	Délka úponové šlachy	
5F	Obsah průřezu svalu	

#### 4.3.1.1. Variace jednotlivých *musculi lumbricales*

Variabilní ML1 se vyskytuje v 2,5 % případů a převážně se jedná o proximální začátek svalu. Relativně často se také setkáváme s přídatným bříškem (3,1 %), nebo hypertrofií svalu (2,1 %). Vzácné (méně než 0,1 %) jsou variace stran úponu a inervace.

ML2 je podstatně variabilnější a začátek svalu je posunut proximálně v 7,7 % případů. Další variace svalu jsou již méně obvyklé (1,4 %).

ML3 je nejvariabilnější (12,1 %) a jedná se převážně o variabilitu inervace, obzvláště o jeho výhradní inervaci z *n. medianus*. Jeho úpon bývá rozdvojený v 7,9 % případů.

V případě ML4 se jedná především o variace úponu v 5,8 % a začátku v 2,8 % případů (Příloha 2).

#### 4.3.2. *Arcus tendineus musculi supinatoris* (Frohseho arkáda)

V rámci našich vyhledávacích parametrů jsme našli 261 studií (182 po odstranění duplicit). Z tohoto počtu naše zařazující kritéria splnilo 17 studií, ke kterým jsme přidali tři další po kontrole zdrojů. Většina studií pocházela z Evropy a Asie (každý z kontinentů po sedmi studiích).

Celkem jsme do našeho souhrnu zařadili 1037 horních končetin (průměrně 51,9 končetin z každé studie). Většina (973 končetin) byla analyzována u dospělých jedinců a *arcus tendineus musculi supinatoris* se vyskytoval v 73 % případů. V rámci geografického rozložení se prevalence ukázala na různých kontinentech jako velmi podobná (Asie 74 %, Jižní Amerika 73 %, Evropa 67 % a Severní Amerika 42 %). Tři studie se věnovaly problematice plodů s celkovým vzorkem 64 horních končetin a vazivový *arcus tendineus musculi supinatoris* nebyl přítomen v žádném případě. Délka byla měřena v šesti studiích a pohybovala se v rozsahu 8,6–41,0 mm s mediánem 23,22 mm. Šířku měřili ve třech studiích a pohybovala se v rozsahu 0,43–0,80 mm s mediánem 0,67 mm. Z morfologického hlediska můžeme rozlišovat tři různé typy oblouku: poloměsíčitý (64 %), šikmý prodloužený (29 %) a polo-oválný (7 %). V jedné ze studií byl hlášen nález vzácného stavu zdvojení *arcus tendineus musculi supinatoris* (Debouck a Rooze, 1995; Beneš 2021).

Morfometricky je průměrná FoA dlouhá 23,22 mm, široká 11,05 mm s tloušťkou 0,67 mm. Většinou má polokruhovitý (64 %), prodloužený šikmý (29 %) a vzácněji polooválný tvar (7 %) (Beneš et al., 2021).

#### **4.4. Kazuistiky**

##### **4.4.1. Přídavný *musculus flexor carpi ulnaris***

V rámci pitevní části studie jsme našli na pravé horní končetině 74letého muže evropského původu *m. flexor carpi ulnaris accessorius*. Začátek svalu byl spojený se zbytkem MFCU, úpon se připojoval do klasické oblasti úponu *m. palmaris longus*, který zcela chyběl. V hlubší vrstvě se vyskytovala anastomóza mezi *a. interossea anterior* a *a. ulnaris* táhnoucí se povrchově od *m. pronator quadratus*. V dané krajině jsme nenalezli další významné variace (Příloha 3, Kunc et al., 2019).

##### **4.4.2. Chybění *m. flexor digitorum profundus* a variace *m. flexor digitorum superficialis pro malík***

V rámci pitevní části studie jsme u 89letého muže našli chybění šlachy MFDP malíku a významné ztenčení šlachy MFDS, která se upínala do širokou aponeurózou palmárně. Na končetině 83letého muže jsme našli chybění MFDP malíku, který byl částečně nahrazen variabilním úponem MFDS až ke koncovému článku (Příloha 4; Belbl et al., 2020).



## 5. Diskuze

V rámci vědecké činnosti bylo nejvíce článků zaměřeno na přídatné kosti a osifikace v okolí lokte. Definování kritérií pro vrozenou přídatnou kůstku je možné přenést i do okolí dalších kloubů, u nichž se tyto kosti vyskytují (především ruka, noha a koleno). Pro lepší klinické využití je nezbytná i řádná klasifikace. Druhá část práce o významu palmárních rýh v predikci variant vyvrátila často mylnou interpretaci Greenovy práce o hypertrofii svalů thenaru a zároveň ukázala vztah mezi MPL a typem RRNM (Green a Morgan, 2008). Četné souhrny a kazuistiky dokreslují šířku možných variací na horní končetině a jsou často prvním krokem k dalšímu bádání v jednotlivých topografických oblastech.

### 5.1. Přídatné kosti v okolí lokte

Potenciálním rizikem nepřesností je vzorek složený z primárně poškozených loktů, které byly snímány vždy z důvodu podezření na trauma nebo jinou patologii. Nejedná se tedy o vzorek zdravých dobrovolníků. Metodika současných prací prokazuje kongenitální etiologii nepřímou – statistickou analýzou, která neprokázala vliv věku na četnost. Výskyt přídatných kostí tedy nestoupá s věkem a není vázán na degenerativní změny.

Makroskopicky se během extrakce jeví traumatická kloubní tělíska jako pravidelná a oválná. Jejich radiografický obraz tato kritéria, ale nespĺňuje. Tato skutečnost byla ověřena na artroskopické studii, jejímž závěrem je také, že se tyto kůstky nevyskytují častěji u poškozených loktů s volnými tělísky (a tedy, že je definovaná kritéria zvládnají spolehlivě odlišit). V rámci interpretace výsledku byl vyřazen záchyt *os supratrochleare anterius*, která byla příčinou ztuhlosti lokte, a tedy vytvářela bias vzorku.

Nedostatkem obou prací je jejich retrospektivní charakter, a přestože se v anamnéze nevyskytuje trauma v průběhu vývoje, tak na něj nebyli pacienti specificky dotazováni, a tedy nelze jej jakožto příčinu vzniku některých typů přídatných kostí na podkladě prezentovaných dat vyloučit. Tuto hypotézu rozvádí ve své práci Wood a Campbell, kteří hodnotí *os subepicondylare mediale et laterale* jako kosti vzniklé v důsledku selhání osifikace příslušných apofýz. Toto se nám, vzhledem k celistvosti distální části pažní kosti bez odchylek tvaru, nejví jako pravděpodobné (Wood a Campbell, 1994).

Námi definovaná kritéria nejsou vhodná u výrazně degenerativních loktů (stupeň 3 a více podle Kellgrena-Lawrence), ve kterých jsou osteofyty již nepřehledné a nelze s jistotou hodnotit jejich charakter. Při větším vzorku by pravděpodobně bylo možné stanovit čtvrté kritérium určující poměr délky a šířky.

Naše nová klasifikace je založena na místech výskytu jednotlivých kostí. Vznikla na podkladě upravení předešlé Woodovy-Campbellovy klasifikace. Oproti této klasifikaci jsme v naší prezentované práci sloučili typ D a typ G, protože se v literatuře vyskytuje pouze pod názvem *patella cubiti*. Vzhledem k extra-artikulárnímu popisu kosti používáme termín *os sesamoideum tricipitale* (Hardman, 1949; Birsner a DeSmet, 1950; Khomarwut et al., 2019). Systematický souhrn všech kazuistik popisující tuto kost dosud zpracováváme a už z předběžných výsledků je zřejmé, že pod entitou *patella cubiti* se skrývá celá řada jednotek s různou etiologií včetně vrozené pseudartrózy, pro které je společné pouze jejich lokalizace dorzálně od okovce (Příloha X, Winter et al., 2006; Kattan a Babcock, 1979; Gunn, 1928; Habbe, 1942; Tom et al., 2014).

Význam znalosti přídavných kostí je důležitý v rámci diagnostické rozvahy a velkou chybou je jejich záměna se zlomeninami (Bell, 1975).

### **5.1.1. Kazuistiky**

#### **5.1.1.1. *Os supratrochleare anterius***

V rámci naší analýzy na 2 413 loktech jsme *os supratrochleare anterius* nenalezli, což ji činí velmi vzácnou. V předchozí literatuře se nacházejí pouze dva dokumentované případy této kosti (Simril a Trotter, 1949; Schwarz, 1957). Tato kost se může projevat bolestivostí a ztuhlostí lokte, může také vést k časnému rozvoji degenerativních změn a je proto často nutné její chirurgické odstranění (Příloha 7).

#### **5.1.1.2. Neuropatie *nervus ulnaris* vyvolaná patologickou osifikací v oblasti lokte**

Vzhledem k nesplnění definovaných radiologických kritérií se v popsaném případě nejedná o vrozenou přídavnou kost, ale o osifikaci vzniklou na podkladě luxace v loketním kloubu. Stejně jako v předešlém případě popsaném Poelstrou et al. chirurgické odstranění osifikace s uvolněním *n. ulnaris* vedlo k následnému zmírnění příznaků (Poelstra et al., 2006). V literatuře zatím nebyl popsán stav, u nějž by přídavná kost v okolí lokte způsobovala kompresní neuropatii (Příloha 11).

### **5.2. Predikce průběhu *ramus recurrens nervi mediani* na podkladě povrchových palmárních rýh**

Statisticky významný vztah mezi povrchovými palmárními rýhami a variabilitou RRNM stejně jako mezi typem III RRNM (transligamentózní typ) a chybějícím MPL je z klinického pohledu velmi zajímavý a zasluhoval by podrobnější analýzu na větším vzorku. Korelace

poměru jeden výskyt typu III RRNM s přítomným MPL oproti pěti výskytům RRNM s chybějícím MPL a 12 výskytů typu I s přítomným MPL a pouze čtyři s chybějícím MPL lze interpretovat tak, že chybění MPL nás má pobízet k větší opatrnosti nebo i užití širšího přístupu, ale interpretace tohoto vztahu ke zvolení mini-invazivního přístupu bez vizualizace RRNM by byla chybou a mohla vést k poranění této větve. Jako elegantnější se jeví případné užití ultrazvuku. Vizualizace RRNM je dle Petrovera et al. možná ve 100 % (26 z 26) (Petrover et al., 2017). Pokud se tato technika ukáže jako reprodukovatelná v běžných klinických podmínkách je její užití racionálnější (Příloha 1).

### 5.3. Souhrny

#### 5.3.1. *Musculi lumbricales*

Variabilita *mm. lumbricales* je poměrně častá. Nejčastějšími variacemi bylo pro ML1 přídatné svalové břicho v 3,8 %, pro ML2 variabilní začátek v 7,7 %, pro ML3 variabilní inervace ve 12 % a pro ML4 variabilní úpon v 5,8 %. Hlavní limitací studie je pravděpodobná nižší prevalence zmíněných variací, protože jsme předpokládali, že autoři původních prací vždy popsali všechny varianty v preparované končetině.

Embryologické, funkčně-anatomické a názvoslovné aspekty *mm. lumbricales* jsou podrobně rozebrány v původní práci (Belbl et al., 2022). Klinický význam spočívá ve variabilním průchodu skrz *canalis carpi*, při němž mohou způsobovat syndrom karpálního tunelu (Cobb et al., 1996; Wang et al., 2014). Význam variability bude značný i na pohyblivost jednotlivých prstů – tento jev ale není dosud prozkoumán.

#### 5.3.2. *Arcus tendineus musculi supinatoris* (Frohseho arkáda)

Celková prevalence Frohseho arkády je 66 % (včetně studií na končetinách pacientů během chirurgického zákroku dokonce 73 %) a měla by tedy být považována za normu. Prevalence mezi jednotlivými kontinenty je podobná (Asie 74 %, Jižní Amerika 73 %, Evropa 67 %) s výjimkou Severní Ameriky, v níž je prevalence 42 % (Beneš et al., 2021).

Další variace (mimo poměr vazivové a svalové tkáně) jsou poměrně neobvyklé a v literatuře byl zatím zmíněn pouze jediný případ zdvojené FoA (Debouck a Rooze, 1995).

FoA je nejčastějším místem útlaku *n. radialis* (Caetano et al., 2020; Clavert, 1966), který může vést k supinátorovému syndromu (v anglosaské literatuře též označován jako *radial tunnel syndrome* nebo *posterior interosseous nerve syndrome*). Tento syndrom se může prezentovat dvěma odlišnými klinickými obrazy (Bodner et al., 2002). První je označován

jako neurogenní paralytická forma a projevuje se snížením svalové síly extenze prstů a zápěstí svalovou atrofií zadní skupiny předloktí s výjimkou *m. brachioradialis* a *m. extensor carpi radialis longus*. Druhý je označován jako bolestivá forma a projevuje se tupou bolestí v dorzolaterální oblasti proximální části předloktí s minimálním porušením motorické funkce (Ceri et al., 2019). Výskyt této formy je někdy zpochybňován (Bodner et al., 2002).

## 5.4. Kazuistiky

### 5.4.1. Přídavný *musculus flexor carpi ulnaris*

V rámci námi provedené analýzy předešlých kazuistik jsme modifikovali Bhardwajovu klasifikaci (Bhardwaj et al., 2013). Typ III (přídavný MFCU) byl dále rozdělen na podtyp A a podtyp B. Pro podtyp A je charakteristický úpon podobný MFCU (*FCU-like*) a upíná se tedy na *os pisiforme* nebo její okolí (*os triquetrum*, *m. abductor digiti minimi*). Podtyp B je charakteristický úponem podobným MPL (*PL-like*); tedy do *aponeurosis palmaris* nebo *retinaculum mm. flexorum*. V předchozí literatuře bylo nalezeno 11 případů podtypu IIIA a dva případy podtypu IIIB.

V rámci naší analýzy se ukázalo, že přítomnost přídavného MFCU typu III významně zvyšuje pravděpodobnost výskytu dalších variací na předloktí. V případě naší kazuistiky se jednalo o přídavnou větev *a. interossea anterior*. Popis této varianty jsme v předchozí literatuře nenalezli a mohla by komplikovat chirurgický přístup při řešení zlomenin distální části vřetenní kosti, nebo pohyblivost stopkovitých laloků založených na *a. interossea anterior*.

Tyto analýzy nebylo možné provést na všech dříve publikovaných kazuistikách, protože některé zmiňují pouze variabilitu MFCU a jiné byly provedeny pomocí MRI a tedy nebylo možné odhalit všechny variace (Milena et al., 2001; Chong et al., 2009; Campos et al., 2010; Ang et al., 2010). Vzhledem k výskytu pouze tří podtypů IIIB není ze současných dat možné najít vztah mezi podtypem a pravděpodobností výskytu jiných variací předloktí.

### 5.4.2. Chybění *musculus flexor digitorum profundus* a variace *musculus flexor digitorum superficialis* pro malík

I vzhledem k významnosti své funkce je chybění či hypoplázie MFDS a MFDP poměrně neobvyklou variací. V předešlé literatuře jsme našli pouze dva případy hypoplastických MFDS podobných našemu případu. V prvním případě se vedle hypoplastického MFDS

vyskytoval také hypoplastický MFDP (Fukoka et al., 2014). V druhém případě došlo ke spontánní ruptuře hypoplastického MFDS a MFDP zcela chyběl (Miura et al., 2010).

Výjimkou je šlacha MFDS pro malík, která chybí poměrně často. V souhrnné meta-analytické práci Yammine a Eric (z 34 studií se souhrnným vzorkem 12 213 končetin) autoři dokumentují funkční chybění svalu v 7, 45 % a makroskopické chybění svalu při pitvě v 2,5 % (Yammine a Eric, 2018b).

Znalost těchto variant je nutná, protože fyziologický stav může napodobovat rupturu svalu pozitivitou standardních testů pro funkčnost MFDS a MFDP. Především v oblasti malíku je nutné brát tento stav v potaz při revizích řezných poranění. Náповědou může být poměrně dobrá kompenzace vrozeného chybění šlachy svalu, při níž je svor do pěsti neporušený (Furer et al., 2007).

## 6. Závěr

Předložený souhrn anatomických variací nastiňuje škálu možných odchylek na ruce a předloktí. Jak je z úvodu patrné, tak i po desítkách let je na lidském těle z anatomického pohledu mnoho neprobádaného a možností k dalšímu výzkumu jsou desítky. Za největší přínos této práce lze považovat objasnění problematiky variabilních přídavných kostí v oblasti lokte. Definovaná kritéria jsou základem pro výzkum přídavných kostí všech lokalit, a přestože jsou založena na nepřímém důkazu jedná se dosud o jedinou radiologickou definici vrozených přídavných kostí založenou na splnění všech tří kritérií: 1) mající pravidelný oválný tvar, 2) mající hladké okraje a 3) mající pravidelný poměr mezi kortikální a spongiózní kostí.

Dále byla provedena analýza vztahu mezi povrchovými dlaňovými rýhami a průběhem *ramus recurrens nervi mediani*. Přestože byl nalezen statisticky významný vztah bylo by chybné na jeho podkladě volit mini-invazivní přístup bez přímé vizualizace RRMN. Tento vztah ale může sloužit jako určité upozornění na možnou anatomickou odchylku.

Dále jsou předloženy výsledky meta-analýzy variability *mm. lubricales* a *arcus tendineus musculi supinatoris* a četné kazuistiky.

## 7. Shrnutí

### 7.1. Přídavné kosti v okolí lokte

V našem vzorku založeném na rentgenových snímcích 2 413 loktů jsme po definování tří radiologických kritérií vrozených přídavných kostí: 1) mající pravidelný oválný tvar, 2) mající hladké okraje a 3) mající pravidelný poměr mezi kortikální a spongiózní kostí našli 17 přídavných kostí (0,77 %). Nejčastější byl typ V (*os subepicondylare mediale*) v 0,46 % následovaný typem III (*os subepicondylare laterale*) v 0,21 % případů.

Následně jsme na vzorku 29 pacientů operovaných pro ztuhlost lokte a majících přídavné osifikace v okolí loketního kloubu našli pouze dvě přídavné kosti, z nichž kterých jedna (*os supratrochleare anterius*) byla důvodem pacientových obtíží. Nenalezli jsme tedy statisticky významně odlišnou prevalenci od zdravé populace prokazující buď vrozený původ, nebo přítomnost kostí jako následek traumatu v raném dětství, a tím jsme prokázali účinnost definovaných radiologických kritérií.

### 7.2. Odhad průběhu *ramus recurrens nervi mediani* na podkladě průběhu palmárních rýh

V rámci našeho vzorku založeného na preparaci 28 končetin jsme prokázali statisticky významný vztah mezi *ramus recurrens nervi mediani* (RRNM) a typem palmárních rýh, a především mezi chybějícím MPL a transligamentózním průběhem RRNM. Přestože některé práce považují za nejrizikovější preligamentózní ulnární odstup RRNM tento nálezn je významný. Chybějící MPL je upozorněním na možný neobvyklý průběh RRNM a z toho vyplývající zvýšenou pozornost, potažmo rozšířený chirurgický přístup. Mini-invazivní techniky bez přímé vizualizace nože nebo RRNM nelze doporučit, protože neexistuje možnost odhadu průběhu této větve. Pro lékaře využívající těchto technik navzdory možným rizikům je tento nálezn významný.

### 7.3. Systematické souhrny

#### 7.3.1. *Musculi lumbricales*

Do naší studie bylo zahrnuto 26 studií s celkovým vzorkem 1340 končetin. Nejčastější variantou pro první *m. lumbricalis* je přídavné břicho (3,8 %), pro druhý variabilní začátek (7,7 %), pro třetí variabilní inervace (12 %) a pro čtvrtý variabilní úpon (5,8 %).

### **7.3.2. *Arcus tendineus musculi supinatoris* (Frohseho arkáda)**

Do naší studie bylo celkem zahrnuto 20 studií s celkovým vzorkem 1037 končetin. Frohseho arkáda se vyskytovala u dospělých v 66 % a u plodů v 0 % případů. Další variace Frohseho arkády jsou velmi vzácné. Průměrná Frohseho arkáda je dlouhá 23,22 mm a široká 11,05 mm.

## **7.4. Kazuistiky**

### **7.4.1. Přídavný *musculus flexor carpi ulnaris***

Na podkladě naší kazuistiky přídavného MFCU jsme vedle analýzy předešlé literatury provedli modifikaci Bhardwajovy klasifikace. Nově upravená klasifikace rozlišuje typ III na podtyp IIIA a IIIB podle místa úponu šlachy. Podtyp IIIA je typický úponem v oblasti MFCU a je dosud hlášen v literatuře v 11 případech. Podtyp IIIB je charakteristický úponem v oblasti MPL a je dosud hlášen ve třech případech včetně naší kazuistiky. Typ III se často vyskytuje v přítomnosti dalších anatomických variací předloktí.



## **8. Summary**

### **8.1. Accessory bones around the elbow joint**

Based on our sample consisting of radiographs of 2 413 elbows we defined three radiological criteria for congenital accessory bones: 1) having regular ovoid shape; 2) having smooth margins; and 3) having regular cortical to medullary bone ratio. We have found 17 accessory bones (0.77 %). The most common was type V (*os subepicondylare mediale*) in 0.46% followed by type III *os subepicondylare laterale* in 0.21 % of cases.

Consequently, we performed an analysis based on a sample consisting of 29 patients treated for elbow joint stiffness and having accessory ossifications. We have found two accessory bones from which one (*os supratrochleare anterius*) was the reason of patient's symptoms. We did not find statistically significant difference between the prevalence of accessory bones between the sample of degenerative and healthy elbows, which points towards either congenital origin or a trauma to immature skeleton. Nevertheless, defined criteria reliably distinguish congenital accessory bones from other accessory ossifications.

### **8.2. Prediction of the recurrent branch of the median nerve course based on the palmar creases patterns**

In our sample based on the dissection of 28 hands we found statistically significant relation between the recurrent branch of the median nerve (RBMN) and the type of the palmar creases patterns, and between the absence of the palmaris longus muscle and presence of the transligamentous course of RBMN. Even though some previous studies considered the preligamentous ulnar type as having the highest risk for iatrogenic injury this finding is clinically significant. Absence of the palmaris longus muscle is a warning that an aberrant course of the RBMN should be suspected and wider surgical approach considered. Mini-invasive techniques without the direct visualization of the RBMN or the knife cannot be recommended as they bear the risk of iatrogenic damage to RBMN. For the surgeons using those techniques is this finding significant.

### **8.3. Systematic reviews**

#### **8.3.1. *Musculi lumbricales***

Our meta-analysis was based on 26 studies with overall sample of 1340 hands. The most common variant for the first lumbrical muscle was an accessory belly (3.8 %), for the second

lumbrical it was a variable origin, for the third lumbrical it was a variable innervation (12 %), and for the fourth lumbrical it was a variable insertion (5.8 %)

### **8.3.2. *Arcus tendinous musculi supinatoris* (Tendinous arch of supinator muscle);**

#### **Arcade of Frohse**

Our meta-analysis was based on 20 studies with overall sample of 1037 upper limbs. Arcade of Frohse was present in adults in 66 % and in fetuses in 0 % of cases. Other variants of the arcade of Frohse were very rare with only one case reported. An average arcade of Frohse is 23.22 mm long and 11.05 mm wide.

### **8.4. Case reports**

#### **8.4.1. *Musculus flexor carpi ulnaris accessories* (Accessory flexor carpi ulnaris muscle)**

Based on our case report of an accessory flexor carpi ulnaris muscle together with analysis of previous literature we modified Bhardwaj's classification. We propose to reclassify type III into subtype IIIA and IIIB based on the tendon insertion. Subtype IIIA inserts to the typical place of the MFCU insertion, and it is reported 11 times in previous literature. Subtype IIIB inserts to similar place as MPL and is therefore called MPL-like. Together with our case there are only three reports in the literature. Type III is often accompanied with other forearm anatomical variants.

## 9. Literatura

- Adolfsson, L., 2000. Arthroscopic removal of os centrale carpi causing wrist pain. *Arthroscopy*. 16, 537-539. <https://doi.org/10.1053/jars.2000.4377>
- Albinus, B.S., 1875. De extensore digitorum brevis manus. *Academicarum Annotationum*. 1758, 28-29.
- Alemohammed, A.M., Yazaki, N., Morris, R.P., Buford, W.L., Viegas, S.F., 2009. Thumb interphalangeal joint extension by the extensor pollicis brevis: association with a subcompartment and de Quervain's disease. *J. Hand Surg. Am.* 34, 719-723. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2008.12.015>
- Almaraz-Ledesma, M.A., Tien, H.Y., Espinosa-Urbe, A.G., 2021. Bilateral bipartite lunate misdiagnosed as carpal fracture: a case report and brief review of literature. *Surg. Radiol. Anat.* 43, 771-774. <https://doi.org/10.1007/s00276-020-02628-y>
- Amadio, P.C., Lin, G.T., An, K.N., 1989. Anatomy and pathomechanics of the flexor pulley system. *J. Hand Therap.* 2, 138-141. [https://doi.org/10.1016/S0894-1130\(89\)80051-1](https://doi.org/10.1016/S0894-1130(89)80051-1)
- Ang, G.G., Rozen, W.M., Vally, F., Eizenberg, N., Grinsell, D., 2010. Anomalies of the flexor carpi ulnaris: Clinical case report and cadaveric study. *Clin. Anat.* 23, 427-430. <https://doi.org/10.1002/ca.20952>
- Al-Qattan, M.M., 1996. Gantzer's muscle: An anatomical study of the accessory head of the flexor pollicis longus muscle. *J. Hand Surg.* 21B, 269-270. [https://doi.org/10.1016/s0266-7681\(96\)80114-8](https://doi.org/10.1016/s0266-7681(96)80114-8)
- Al-Qattan, M.M., Husband, J.B., 1991. Median nerve compression by the supracondylar process: A case report. *J. Hand Surg. Eu.* 16, 101-103. [https://doi.org/10.1016/0266-7681\(91\)90142-b](https://doi.org/10.1016/0266-7681(91)90142-b).
- Albright, J.A., Linburg, R.M., 1978. Common variations of the radial wrist extensors. *J. Hand Surg. Am.* 3, 134-138. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(78\)80060-4](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(78)80060-4)
- Alter, M., 1970. Variation in Palmar Creases. *Amer. J. Dis. Child.* 120, 424-431.
- Arminio, J.A., 1979. Congenital anomaly of the thumb: Absent flexor pollicis longus tendon. *J. Hand Surg. Am.* 4, 487-488. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(79\)80049-0](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(79)80049-0)

- Ashby, B.S., 1964. Hypertrophy of the palmaris longus muscle. *J. Bone Joint. Surg. Br.* 46B, 230-232. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.46B2.230>
- Ashgar, A., Jha, R.K., Patra, A., Chaudhary, B., Singh, B., 2022. The prevalence and distribution of the variants of Gantzer's muscle: a meta-analysis of cadaveric studies. *Anat. Cell. Biol.* 31, 3-13. <https://doi.org/10.5115/acb.21.141>
- Aydin, A., Topal, M., Tuncer, K., Kilic, M., 2013. Bilateral congenital absence of the abductor pollicis brevis muscle: a case report. *Arch. Iran. Med.* 16, 56-58.
- Aydinlioglu, A., Gumrukcuoglu, F.N., Koyun, N., 2010. The prevalence of supracondyloid process in living: A radiographic study. *West Indian Med. J.* 59, 545-548
- Babu, S., Turner, J., Seewoonarain, S., Chougule, S., 2019. Madelung's Deformity of the Wrist—Current Concepts and Future Directions. *J. Wrist Surg.* 8, 176-179. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1685488>
- Badhe, S., Lynch, J., Thorpe, S.K.S., Bainbridge, L.C., 2010. Operative treatment of Linburg–Comstock syndrome. *J. Bone Joint Surg Br.* 92, 1278-1281. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.92B9.23577>
- Bafred, T., Adamsen, S., 1986. Duplication of the extensor carpi ulnaris tendon. *J. Hand Surg.* 11, 423-425. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(86\)80155-1](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(86)80155-1)
- Baek, G.H., Chung, M.S., Kwon, BC., Ahn, BW., 2002. Fractures of the index sesamoid – A case report. *Acta Orthop. Scand.* 73, 715-716. <https://doi.org/10.1080/000164702321039741>
- Bando, K., 1956. Musculus epitrochleo-anconeus. *Hirosaki-Igaku.* 7, 192
- Barkáts, N., 2015. Hypertrophy of palmaris longus muscle, a rare anatomic aberration. *Folia Morphol.* 74, 262-264. <https://doi.org/10.5603/FM.2015.0040>
- Baruchin, A.M., Mahler, D., Hauben, D.J., Rosenberg, L., 1983. The human caudal appendage (human tail). *Br. J. Plast. Surg.* 36, 120-123. [https://doi.org/10.1016/0007-1226\(83\)90028-0](https://doi.org/10.1016/0007-1226(83)90028-0)
- Baur, R., 1971. [Innervation of the brachioradialis muscle by the musculocutaneous nerve as an unusual variation]. *Anat. Anz.* 128, 108-110.
- Bayat, A. Shaaban, H., Giakas, G., Lees, V., 2002. The pulley system of the thumb: Anatomic and biomechanic study. *J. Hand Surg.* 27A, 628-635.

- Belbl, M., Kunc, V., Kachlík, D., 2020. Absence of flexor digitorum profundus muscle variation of flexor digitorum superficialis muscle in a little finger: two case reports. *Surg. Radiol. Anat.* 42, 945-949. <https://doi.org/10.1007/s00276-020-02420-y>
- Bell, M.S., 1975. Loose bodies in the elbow. *Br. J. Surg.* 62, 921-924. <https://doi.org/10.1002/bjs.1800621116>
- Bello-Hellegouarch, G., Aziz, M.A., Ferrero, E.M., Kern, M., Francis, N., Diogo, R., 2013. “Pollical palmar interosseous muscle” (musculus adductor pollicis accessorius): Attachments, innervation, variations, phylogeny, and implications for human evolution and medicine. *J. Morph.*, 274, 275-293. <https://doi.org/10.1002/jmor.20090>
- Beneš, M., Kachlík, D., Kunc, V., Kunc, V., 2020. The arcade of Frohse: A systematic review and meta-analysis. *Surg. Radio. Anat.* 43, 703-711. <https://doi.org/10.1007/s00276-021-02718-5>
- Berthaume, M.A, Bull, A.M.J., 2021. Cyamella (a popliteal sesamoid bone) prevalence: A systematic review, meta-analysis, and proposed classification system. *Clin. Anat.* 34, 810-820. <https://doi.org/10.1002/ca.23743>
- Berthaume, M.A., Federico, E.D., Bull, A.M.J., 2019. Fabella prevalence rate increases over 150 years, and rates of other sesamoid bones remain constant: a systematic review. *J. Anat.* 235, 67-69. <https://doi.org/10.1111/joa.12994>
- Bhardwaj, P., Bhandrai, L., Sabapathy, S.R.O.V., 2013. Supernumerary flexor carpi ulnaris – case report and review. *Hand Surg.* 18, 393-397. <https://doi.org/10.1142/S0218810413720222>
- Birsner, J.W., DeSmet, D.H., 1950. Patella cubiti with fracture. *Ann. West. Med. Surg.* 4, 744-745.
- Blair, W.F., Buckwalter, J.A., 1983. Congenital malposition of flexor pollicis longus—an anatomy note. *J. Hand Surg. Am.* 8, 93-94. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(83\)80063-x](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(83)80063-x)
- Blair, W.F., Omer, G.E., 1983. Anomalous insertion of the flexor pollicis longus. *J. Hand Surg. Am.* 6, 241-244. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(81\)80077-9](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(81)80077-9)

- Bodner, G., Harpf, C., Meirer, R., Gardetto, A., Kovacs, P., Gruber, H., 2002. Ultrasonographic appearance of supinator syndrome. *J. Ultrasound Med.* 21, 1289-1293. <https://doi.org/10.7863/jum.2002.21.11.1289>
- Bogart, F.B., 1932. Variations of the bones of the wrist. *Am. J. Roentgenol.* 50, 638-646.
- Bonzar, M., Firrel, J., Heiner, M., Mah, E., McCabe, S., 1998. Kienböck Disease and Negative Ulnar Variance. *J. Bone Joint Surg. Am.* 80, 1154-1157. <https://doi.org/10.2106/00004623-199808000-00008>
- Burnett, S., 2011. Hamate-pisiform coalition: morphology, clinical significance, and a simplified classification scheme for carpal coalition. *Clin. Anat.* 24, 188-196. <https://doi.org/10.1002/ca.21086>
- Caetano, E.B., Neto J.J.S., Ribas, L.A.A., Milanello, E.V., 2017. Accessory muscle of the flexor digitorum superficialis and its clinical implications. *Rev. Bras. Ortop.* 52, 731-734. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2017.10.004>
- Caetano, E.B., Vieira, L.A., Neto, J.J.S., Caetano, M.B.F., Sabongi, R.G., Nakamichi, Y.C., 2020. Anatomical study of radial tunnel and its clinical implications in compressive syndromes. *Rev. Bras. Ortop.* 55, 27-31. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1700821>
- Campos, D., Nazer, M.B., Bartholdy, L.M., Souza, P.L., 2010. Accessory flexor carpi ulnaris muscle: a case report of a rare variation in human. *J. Morphol. Sci.* 27, 30-31.
- Canamero, B., Ángeles, M., Giraldo, S., 2014. Os supratrochleare dorsale del codo. *Acta Rheuma.* 1, 25-28. <https://doi.org/10.1177/1753193411419948>
- Carleton, A., 1935. Flexor carpi radialis brevis vel profundus. *J. Anat.* 69, 292-293.
- Carlson, D.H., 1981. Coalition of the carpal bones. *Skeletal. Radiol.* 7, 125-127. <https://doi.org/10.1007/BF00347377>
- Casal, D., Pais, D., Bilhim, T., Ribeiro, V., Cunha, S., Damásio, C., Fernandes, R., Angélica-Almeida, M., Goyri-O'Neill, J., 2011. A rare variation of the extensor indicis proprius tendon with important clinical implications. *J. Morphol. Sci.* 28, 208-211.
- Cauldwell, E.W., Anson, B.J., Wright, R.R., 1943. The extensor indicis proprius muscle - a study of 263 consecutive specimens. *Q. Bull. Northwestest Univ. Med. Sch.* 17, 267-279.
- Ceri, T., Podda, A., Behr, J., Brumpt, E., Alilet, M., Aubry, S., 2019. Posterior interosseous nerve of the elbow at the arcade of Frohse: Ultrasound appearance in asymptomatic

- subjects. *Diagn. Interv. Imaging.* 100, 521-525.  
<https://doi.org/10.1016/j.diii.2019.03.007>
- Claassen, H., Wree, A., 2002. Multiple variations in the region of mm. extensors carpi radialis longus et brevis. *Ann. Anat.* 184, 489-491. [https://doi.org/10.1016/S0940-9602\(02\)80084-X](https://doi.org/10.1016/S0940-9602(02)80084-X)
- Clason, E., 1869. Om muskelanomalier. *Upsala Lakareforening Forhandlingar.* 4, 244-248.
- Clavert, P., Lutz, J.C., Adam, P., Wolfram-Gabel, R., Liverneaux, P., Kahn, J.L., 2009. Frohse's arcade is not the exclusive compression site of the radial nerve in its tunnel. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 95, 114-118.  
<https://doi.org/10.1016/j.otsr.2008.11.001>
- Clemens, H.J., 1857. Zur Morphologie des Ligamentum epitrochle-anconeum. *Anat. Anz.* 104, 343.
- Cobb, T.K., Cooney, W.P., An, K.N., 1996. Aetiology of work-related carpal tunnel syndrome: the role of lumbrical muscles and tool size on carpal tunnel pressures. *Ergonomics.* 39, 103-107. <https://doi.org/10.1080/00140139608964437>
- Cockshott, W.P., 1963. Carpal fusions. *Am. J. Roentgenol. Radium. Ther. Nucl. Med.* 89, 1260-1271.
- Connolly, C.M., Alsousou, J., Haasan, S., Williams, N.W., 2008. Don't avoid the sesamoids: Fracture to the ulnar sesamoid of the first metacarpophalangeal joint. *Emerg. Med. J.* 25, 184. <https://doi.org/10.1136/emj.2007.053579>
- Conway, W.F., Destouet, J.M., Gilula, L.A., Bellinghausen, H.W., Weeks, P.M., 1985. The carpal boss: An overview of radiographic evaluation. *Radiology.* 156, 29-31.  
<https://doi.org/10.1148/radiology.156.1.3923555>
- Cruveilhier, DJ., 1878. *Anatomie Descriptive.* Bechet the younger. Paris
- Cunningham, D.J., 1878. The intrinsic muscles of the hand of the Thylacine, Cuscus and Phascogale. *J. Anat.* 12, 434-444.
- D'Hoore, K., Smet, L.D., Verellen, K., Vral, J., Fabry, G., 1994. Negative ulnar variance is not a risk factor for Kienböck's disease. *J. Hand Surg. Am.* 19, 229-231.  
[https://doi.org/10.1016/0363-5023\(94\)90010-8](https://doi.org/10.1016/0363-5023(94)90010-8)
- Dawson, M., 1822. Sketch of two small supernumary muscles of the arm. *Edin. Med. Surg. J.* 18, 82-83.

- Day, M.H., Napier, J.R., 1961. The two heads of flexor pollicis brevis. *J. Anat.* 95, 123-130.
- De Santolo, A., Briceno, L., De Santolo, G., Cevedo, N., 2008. Stabilization of finger ulnar deviation in rheumatoid arthritis: extensor indicis proprius tenodesis. *J. Hand Surg. Am.* 33, 450–453.
- Deabate, L., Garavaglia, G., Lucchina, S., Fusetti, C., 2011. Fracture of the radial sesamoid bone of the thumb: An unusual fracture. *Chin. J. Traumatol.* 14, 309-310.
- Debouck, C., Rooze, M., 1995. The arcade of Fröhse: an anatomic study. *Surg. Radiol. Anat.* 17, 245-248. <https://doi.org/10.1007/BF01795057>
- DeFazio, M.V, Cousins, B.J, Miversuski, R.A, Cardoso, R. 2013. Carpal coalition: A review of current knowledge and report of a with asymptomatic intercarpal fusion. *J. Hand Surg.* 8, 157-163. <https://doi.org/10.1007/s11552-013-9498-5>
- Dodds, S.D., 2006. A flexor carpi radialis brevis muscle with an anomalous origin on the distal radius. *J. Hand Surg.* 31A, 1507-1510. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2006.05.004>
- Dong, P.R., Seeger, L.L., Shapiro, M.S., 1995. Fractures of the sesamoid bones of the thumb. *Am. J. Sports Med.* 23, 336-339. <https://doi.org/10.1177/036354659502300315>
- Doman, A.N., Marcus, N.W., 1990. Congenital bipartite scaphoid. *J. Hand Surg. Am.* 15, 868-873. [https://doi.org/10.1016/0363-5023\(90\)90005-c](https://doi.org/10.1016/0363-5023(90)90005-c)
- Dostal, G.H., Lister, G.D., Hutchinson, D., Mogan, J.V., Davis, P.H., 1995. Extensor digitorum brevis manus associated with a dorsal wrist ganglion: a review of five cases. *J. Hand Surg. Am.* 20, 35-37. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(05\)80054-1](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(05)80054-1)
- Dowdy, P.A., Bain, G.I., King, G.J., Patterson, S.D., 1995. The midline posterior elbow incision: An anatomical appraisal. *J. Bone Joint Surg. Br.* 77, 696-699.
- Doyle, J.R., Blythe, W.F., 1977. Anatomy of the flexor tendon sheath and pulley of the thumb. *J. Hand Surg.* 2, 149-151. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(77\)80101-9](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(77)80101-9)
- Doyle, J.R., 1988. Anatomy of the finger flexor tendon sheath and pulley system. *J. Hand Surg.* 13, 473-484. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(88\)80082-0](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(88)80082-0)
- Doyle, J.R., Botte, M.J., 2003. *Surgical anatomy of the hand and upper extremity.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.



- Draeger, R.W., Bynum, D.K., 2012. Flexor tendon sheath infections of the hand. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 20, 373-382. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-20-06-373>
- Dubrana, A.N., Le Nen, D., Hu, W., Poureyron, Y., Pazert, F., Lefevre, C., 1999. Scaphoide carpien bipartite bilateral: affection congenital ou pseudarthrose méconnue? *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice. Appar. Mot.* 85, 503-506.
- Duquin, T.R., Chavan, P.R., Bisson, L.J., 2010. Innervation of the supinator muscle and its relationship to two-incision distal biceps tendon repair: An anatomic study. *Clin. Anat.* 23, 413-419. <https://doi.org/10.1002/ca.20982>
- Dy, Ch.J., Brogan, D.M., Colorado, B.S., 2019. Absence of the pronator quadratus muscle precluding distal nerve transfer. *J. Hand Surg. Br.* 44, 523.e1-523.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2018.08.002>
- el-Badawi, M.G., Butt, M.M., al-Zuhair, A.G., Fadel, R.A., 1995. Extensor tendons of the fingers: arrangement and variations—II. *Clin. Anat.* 8, 391-398. <https://doi.org/10.1002/ca.980080604>
- Elliot, D., Khandwala, A.R., Kulkarni, M., 1999. Anomalies of the flexor digitorum superficialis muscle. *J. Hand Surg. Br.* 24B, 570-574. <https://doi.org/10.1054/jhsb.1999.0237>
- Erdogmus, S., Guler, M., Eroflu, S., Duran, N., 2014. The importance of the supratrochlear foramen of the humerus in humans: An anatomical study. *Med. Sci. Monit.* 20, 2643-2650. <https://doi.org/10.12659/MSM.892074>
- Faulkner, D.M., 1928. Bipartite carpal scaphoid. *J. Bone Joint Surg.* 10, 284-289.
- Feigl, G.C., Petrac, M., Pixner, T., Ulz, H., Mörth, C., Dreu, M., 2012. The superficial palmar arch and median artery as an example of misleading results due to a small number of investigated specimens or the use of different classifications. *Ann. Anat.* 194, 389-395. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2011.10.013>
- Feintisch, A.M., Datiashvili R., 2017. Dorsal wrist ganglion associated with extensor digitorum brevis manus: Case report and review of the literature. *J. Hand Surg. Asian Pac.* Vol. 22, 355-358. <https://doi.org/10.1142/S0218810417200222>
- Fernandes, C.H., Moreira, S.R., Meirelles, L.M., dos Santos, G., Faloppa, F., Albertoni, W.M., 2021. Linburg–Comstock anomaly: A comparison of the prevalence in

- women with and without clinical carpal tunnel syndrome. *Hand Surg. Rehabil.* 40, 64-68. <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2020.09.007>
- Folberg, C. R., Ulson Jr, H., Scheidt, R. B., 2009. The superficial branch of the radial nerve: a morphologic study. *Rev. Bras. Ortop.* 44, 69-74. [https://doi.org/10.1016/S2255-4971\(15\)30052-5](https://doi.org/10.1016/S2255-4971(15)30052-5)
- Fotiadis, E., Samoladas, E., Akritopoulos, P., Chatzisineon, A., Akritopoulou, K., 2007. Ulnar sesamoid's fracture of the thumb: An unusual injury and review of the literature. *Hippokratia.* 11, 154-156.
- Froelich, J.M., Bidgoli-Moghaddam, M., Moran, S.L., 2012. Bilateral extensor digitorum brevis muscle. *Orthopedics.* 35, e1431-e1433. <https://doi.org/10.3928/01477447-20120822-34>
- Fukuoka, M., Takayama, S., Seki, A., 2014. Congenital defects of the flexor digitorum profundus tendon of the little finger. *Hand Surg.* 19, 253-256. <https://doi.org/10.1142/S0218810414720216>
- Furrer, M., Schweizer, A., Meuli-Simmen, C., 2007. Aplasia of the flexor digitorum profundus tendon of the small finger. *J. Hand Surg. Eur.* 32, 111-112. <https://doi.org/10.1016/j.jhsb.2006.09.013>
- Furnas, D.W., 1965. Muscle-tendon variations in the flexor compartment of the wrist. *Plast. Reconstr. Surg.* 36, 320-323. <https://doi.org/10.1097/00006534-196509000-00003>
- Fusi, S., Watson, H.K., Cuono, C.B., 1995. The carpal boss: A 20-year review of operative management. *J. Hand Surg. Br.* 20, 405-408. [https://doi.org/10.1016/S0266-7681\(05\)80104-4](https://doi.org/10.1016/S0266-7681(05)80104-4)
- Galley, I., Bain, G.I., McLean, J.M., 2007. Influence of lunate type on scaphoid kinematics. *J. Hand Surg.* 32, 842-847. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2007.03.012>
- Gama, C., 1983. Extensor digitorum brevis manus: a report on 38 cases and a review of the literature. *J. Hand Surg.* 8, 578-582. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(83\)80130-0](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(83)80130-0)
- Gangata, H., Ndou, R., Louw, G., 2010. The contribution of the palmaris longus muscle to the strength of thumb abduction. *Clin. Anat.* 23, 431-436. <https://doi.org/10.1002/ca.20960>

- Garcia-Elias, M., 1987. Dorsal fractures of the triquetrum-avulsion or compression fractures? *J. Hand Surg.* 12, 266-268. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(87\)80285-x](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(87)80285-x)
- Garcia-Elias, M., Ribe, M., Rodriguez, J., Cots, M., Casas, J., 1995. Influence of joint laxity on scaphoid kinematics. *J. Hand Surg.* 20B, 379-382. [https://doi.org/10.1016/s0266-7681\(05\)80097-x](https://doi.org/10.1016/s0266-7681(05)80097-x)
- Gardner-Thorpe, C., 1974. Anterior interosseous nerve palsy: Spontaneous recovery in two patients. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 37, 1146-1150. <https://doi.org/10.1136/jnnp.37.10.1146>
- Garn, S.M., Burdi, A.R., Babler, W.J., 1976. Prenatal origins of carpal fusions. *Am. J. Phys. Anthropol.* 45, 201-208. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330450206>
- Godwin, Y., Ellis, H., 1992. Distribution of the extensor tendons on the dorsum of the hand. *Clin. Anat.* 5, 394-401. <https://doi.org/10.1002/ca.980050506>
- Goldstein, S.A., Greene, T.L., Ward, W.S., Matthews, L.S., 1984. A biomechanical evaluation of the function of the digital pulleys. *Orthop. Trans.* 8, 354.
- Gonzalez, M.C., Duarte, R.R.P., Budziareck, M.B., 2010. Adductor pollicis muscle: Reference values of its thickness in healthy population. *Clin. Nutr.* 29, 268-271. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2009.08.012>
- Goodfellow, J.W., Bullough, P.G., 1967. The pattern of ageing of the articular cartilage of the elbow joint. *J. Bone Joint Surg.* 49B, 175-181.
- Gordon, K.D., Pardo, R.D., Johnson, J.A., King, G.J., Miller, T.A., 2004. Electromyographic activity and strength during maximum isometric pronation and supination efforts in healthy adults. *J. Orthop. Res.* 22, 208-213. [https://doi.org/10.1016/S0736-0266\(03\)00115-3](https://doi.org/10.1016/S0736-0266(03)00115-3)
- Goulding, R., 1948. Gross hypertrophy of the palmaris longus muscle simulating a tumour of the forearm. *Br. J. Surg.* 36, 213. <https://doi.org/10.1002/bjs.18003614220>
- Govshievich, A., Shararah, S., Aldekhayel, S., Al-Hertani, W., Williams, H.B., 2015. Supernumerary Carpal Bones in Larsen Syndrome: A Review of the Literature and Case Study. *Plast. Surg. Case. Stud.* 1, 73-75. <https://doi.org/10.1177/2513826X1500100307>

- Giladi, A.M., Malay, S., Chung, K.C., 2015. A systematic review of the management of acute pyogenic flexor tenosynovitis. *J. Hand Surg.* 40, 720-728. <https://doi.org/10.1177/1753193415570248>
- Gilbert, F., Jakubietz, R.G., Meffert, R.H., Jakubietz, M.G., 2018. Does distal radio-ulnar joint configuration affect postoperative functional results after ulnar shortening osteotomy? *Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open.* 6, e1760. <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000001760>
- Goto, A., Kunihiro, O., Murase, T., Moritomo, H., 2010. The dorsal cutaneous branch of the ulnar nerve: An anatomical study. *Hand Surg.* 15, 165-168. <https://doi.org/10.1142/S021881041000493X>
- Green, D.P., Morgan, J.P., 2008. Correlation between muscle morphology of the transverse carpal ligament and branching pattern of the motor branch of median nerve. *J. Hand Surg. Am.* 33, 1505-1511. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2008.05.025>
- Greene, M.H., Hadied, A.M., Bipartite hamulus with ulnar tunnel syndrome. Case report and literature review. *J. Hand Surg.* 6, 605-609. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(81\)80143-8](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(81)80143-8)
- Grim, M., Druga, R., 2008. *Základy anatomie – 5. anatomie krajín těla.* Galén, spol. s.r.o., Praha
- Gross, S.C., Watson, H.K., Strickland, J.W., Palmer, A., Brenner, L.H., Fatti, J., 1989. Triquetral-lunate arthritis secondary to synostosis. *J. Hand Surg. Am.* 14, 95-102. [https://doi.org/10.1016/0363-5023\(89\)90065-8](https://doi.org/10.1016/0363-5023(89)90065-8)
- Gruber, W., 1868. *Über die Varietäten des Musculus palmaris longus.* St. Petersburg.
- Gruber, W., 1877a. Os naviculare carpi bipartitatum (5 Fall eigener Beobachtung). *Virchows. Archiv.* 69, 391- 396.
- Gruber, W., 1877b. *Über den Muskulus radialis externus accessorius.* *Arch. Anat. Physiol. Wissen. Med.* 388-389.
- Gruber, W., 1886. Musculus flexor digitorum profundus mit Mangel einer Sehne zum Mittelfinger. *Archiv. F. Pathol. Anat.* 103, 473.
- Gudmundsen, T.E., Ostensen, H., 1987. Accessory ossicles in the elbow. *Acta Orthop. Scan.* 58, 130-132. <https://doi.org/10.3109/17453678709146457>
- Gunn, G., 1928. Patella cubiti. *Brit. J. Surg.* 5, 612-615.

- Gupta, A., Al-Moosawi, N.M., 2002. Lunate morphology. *J. Biomech.* 35, 1451-1457. [https://doi.org/10.1016/s0021-9290\(02\)00178-1](https://doi.org/10.1016/s0021-9290(02)00178-1)
- Gupta, A., Kay, S.P.J., Scheker, L.R., *The growing hand*, Mosby, London, 326–329.
- Gursoy, M., Coban, I., Mete, B.D., Bulut, T., 2021. The incidence of accessory ossicles of the wrist: A radiographic study. *J. Wrist Surg.* 10, 458-464. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731386>
- Habbe, J.E., 1942. Patella cubiti: A report of four cases. *Am. J. Roentgenol.* 48, 513-526.
- Haninec, P., Tomas, R., Kaiser, R., Čihák, R., 2009. Development and clinical significance of the musculus dorsoepitrochlearis in men. *Clin. Anat.* 22, 481-488. <https://doi.org/10.1002/ca.20799>
- Hanley, W.B., McKusick, V.A., Barranco, F.T., Osteochondritis dissecans with associated malformations in two brothers. A review of familial aspects. *J. Bone Joint Surg. Am.* 49, 925-937.
- Hardman, G.L., 1949. A sesamoid at the elbow analogous to the patella. *Br. J. Radiol.* 22, 384-385. <https://doi.org/10.1259/0007-1285-22-259-384>
- Hashem, M., Alatassi, R., Narinder, K., Emran, F., 2020. Hypertrophied reversed palmaris longus muscle (pseudotumor) of the forearm causing median nerve compression: a case report. *J. Med. Case. Rep.* 14, 60. <https://doi.org/10.1186/s13256-020-02368-y>
- Hast, M.H., Perkins, R.E., 1986. Secondary tensor and supinator muscles of the human proximal radio-ulnar joint. *J. Anat.* 146, 45-51.
- Henry, B.M., Tomaszewski, K.A., Ramakrishnan, P.K., Roy, J., Vikse, J., Loukas, M., Tubbs, R.S., Walocha, J.A., 2017. Development of the anatomical quality assessment (AQUA) tool for the quality assessment of anatomical studies included in meta-analyses and systematic reviews. *Clin. Anat.* 30, 6-13. <https://doi.org/10.1002/ca.22799>
- Henry, B.M., Tomaszewski, K.A., Walocha, J.A., 2016. Methods of evidence based anatomy: a guide to conducting systematic reviews and meta-analysis of anatomical studies. *Ann. Anat.* 205, 16-21. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2015.12.002>
- Henry, B.M., Zvinczewska, H., Roy, J., Vikse, J., Ramakrishnan, P.K., Walocha, J.A., Tomaszewski, K.A., 2005. The prevalence of anatomical variations of the median

- nerve in the carpal tunnel: a systematic review and meta-analysis. PLoS ONE. 10, e0136477. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136477>
- Herma, T., Slezák, J., Báča, V., Kachlík, D., 2022. Duplicated superficial branch of the radial nerve and brachioradialis muscle belly: prevalence and significance. *Folia Morphol. (Warsz)*. <https://doi.org/10.5603/FM.a2022.0064>.
- Hinds, R.M., Gottschalk, M.B., Melamed, E., Capo, J.T., Yang, S.S., 2016. Accessory slip of the extensor carpi ulnaris: A cadaveric assessment. *J Wrist Surg.* 5, 273-276. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1580695>
- Hirai, Y., Yoshida, K., Yamanaka, K., Inoue, A., Yamaki, K., Yoshizuka, M., 2001. An anatomic study of the extensor tendons of the human hand. *J. Hand Surg. Am.* 26, 1009-1015. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(01\)70045-7](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(01)70045-7)
- Hirasawa, Y., Sawamura, H., Sakakida, K., 1979. Entrapment neuropathy due to bilateral epitrochleoanconeus muscles: A case report. *J. Hand Surg.* 4, 181-184. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(79\)80139-2](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(79)80139-2)
- Hong, M.K.Y., Hong, M.K.H., 2005. An uncommon form of the rare extensor carpi radialis accessorius. *Ann. Anat.* 187, 89-92. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2004.08.001>
- Huang, J.I., Thayer, M.K., Paczas, M., Lacey, S.H., Cooperman, D.R., 2019. Variations in hook of hamate morphology: A cadaveric analysis. *J. Hand Surg.* 44, 611.e1-611.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2018.08.007>
- Hrdlička, A., 1932. The humerus septal apertures. *Anthropologie.* 10, 34-96.
- Hyatt, B., Rhee, P.C., Moran, S.L., Steinmann, S.P., 2016. Absent ring finger flexor digitorum profundus presenting as a jersey finger. *J. Hand Surg. Am.* 41, e95-97. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2016.02.003>
- Chaba, W., Popovchenko, S., Shafarenko, K., Piagkou, M., Walocha, J.A., Depukat, P., Zarzecki, MP., 2022. Extensor digitorum muscle tendon to the index finger from the extensor carpi radialis brevis: a cadaveric case report. *Folia Morphol. (Warsz)*. <https://doi.org/10.5603/FM.a2022.0046>
- Chakravarthi, K.K., 2013. Anatomical variations of brachioradialis muscle in relation to the radial nerve: A cadaveric study. *Int. J. Chem. Life. Sciences.* 2, 1156-1158.

- Chavan, P.R., Duquin, T.R., Bossin, L.J., 2008. Repair of the ruptured distal biceps tendon: A systematic review. *Am. J. Sports Med.* 36, 1618-1624. <https://doi.org/10.1177/0363546508321482>
- Chong, S.J., Al-Ani, S., Pinto, C., Peat, B., 2009. Bilateral flexor carpi radialis brevis and unilateral flexor carpi ulnaris brevis muscle: case report. *J. Hand Surg. Am.* 34, 1868-1871. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2009.08.002>
- Choo, J., Wilhemi, B.J., Kasdan, M.L., 2016. Iatrogenic injury to the median nerve during palmaris longus harvest: An overview of safe harvesting techniques. *Hand (N Y)*, 12, NP6-NP9. <https://doi.org/10.1177/1558944716648313>
- Chow, J.C.Y., Weiss, M.A., Gu, Y., 2005. Anatomic variations of the hook of hamate and the relationship to carpal tunnel syndrome. *J. Hand Surg. Am.* 30, 1242-1247. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2005.05.018>
- Chung, U.S., Kim, J.H., Seo, W.S., Lee, K.H., 2010. Tendon transfer or tendon graft for ruptured finger extensor tendons in rheumatoid hands. *J. Hand Surg. Eur.* 35, 279-282. <https://doi.org/10.1177/1753193409339942>
- Idler, R.S., 1985. Anatomy and biomechanics of the digital flexor tendons. *Hand Clinics*. 1, 3-11.
- Iorio, M.L., Bayomy, A.F., Huang, J.I., 2014. Morphology of the extensor carpi ulnaris groove and tendon. *J. Hand Surg.* 39, 2412-2416. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.09.009>
- Inoue, R., 1934. Relationship among muscles, blood vessels and nerves of forearm in Japanese. *Inaku. Kenkyu.* 21, 1073-1085.
- Iyer, K.M., Stanley, J.K., 1982. Congenital absence of flexor pollicis brevis and abductor pollicis brevis. *Hand.* 14, 313-316. [https://doi.org/10.1016/S0072-968X\(82\)80067-3](https://doi.org/10.1016/S0072-968X(82)80067-3)
- Jacobina, C., Bastos, P., Siqueira, S.L., Issa, M.J., Baumfeld, D., Orlandi, C., Barroso, T., Duarte, P., Villela, R., Nelson, A., Toledo, J., Teixeira, M.A., Finch, F., 2007. Extensor digitorum brevis manus: A rare muscle on the dorsum of the hand. *Braz. J. Morphol. Sci.* 2, 208-210.
- Jaffer, Z., Nelson, M., Beighton, P., 1981. Bone fusion in foetal alcohol syndrome. *J. Bone Joint Surg. Br.* 63B, 569-571. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.63B4.7197678>

- Jakubietz, M.G., Jakubietz, D.F., Gruenert, G., Zahn, R., Meffert, R.H., Jakubietz, R.G., 2011. Adequacy of palmaris longus and plantaris tendons for tendon grafting. *J. Hand Surg.* 36, 695-698. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2011.01.007>
- Jamieson, R.W., Anson, B.J., 1952. The relation of the median nerve to the heads of origin of the pronator teres muscle, a study of 300 specimens. *Q. Bull. Northwest. Univ. Med. Sch.* 26, 34-35.
- Jaschtschinski, S.N., 1897. Morphologie und Topographie des Arcus volaris sublimis und profundus des Menschen. *Anat. Hefte.* 7, 161–188.
- Jelev, L., Georgiev, G.P., 2009. Unusual high-origin of the pronator teres muscle from a Struthers' ligament coexisting with a variation of the musculocutaneous nerve. *Rom. J. Morphol. Embryol.* 50, 497-499.
- Jones, D.P.G., 2006. Bilateral palmaris profundus in association with bifid median nerve as a cause of failed carpal tunnel release. *J. Hand Surg. Am.* 31, 741-743. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2006.02.017>
- Kachlík, D., Báča, V., Bozděchová, I., Čech, P., Musil, V., 2008. Anatomical terminology and nomenclature: past, present and highlights. *Surg. Radiol. Anat.* 30, 459-466. <https://doi.org/10.1007/s00276-008-0357-y>.
- Kachlík, D., Čech, P., Musil, V., Báča, V., 2010. České tělovědné názvosloví. David Kachlík. Brno.
- Kachlík, D., Musil, V., Báča, V., 2016. Contribution to the anatomical nomenclature general anatomy and anatomical variations. *Surg. Radiol. Anat.* 38, 757-765. <https://doi.org/10.1007/s00276-016-1627-8>
- Kachlík, D., Musil, V., Báča, V., 2017. Contribution to the anatomical nomenclature concerning upper limb anatomy. *Surg. Radiol. Anat.* 39, 405-417. <https://doi.org/10.1007/s00276-016-1749-z>.
- Kachlík, D., Varga, I., Báča, V., Musil, V., 2021. Variant anatomy and its terminology. *Medicina (Kaunas).* 56, 713. <https://doi.org/10.3390/medicina56120713>
- Kanavel, A., 1912. Infections of the hand. 1 edice., Lea & Febiger, Philadelphia.
- Kang, L., Carter, T., Wolfe, S.W., 2006. The flexor carpi radialis brevis muscle: an anomalous flexor of the wrist and hand. A case report. *J. Hand Surg.* 31A, 1511-1513. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2006.08.003>



- Kaneff, A., 1969. Sehr seltene Kombination von Muskelvarietäten der radialen und dorsalen Muskelgruppen eines menschlichen Vorderarmes. *Anat. Anz.* 125, 535-538.
- Kaplan, E.B., 1965. *Functional and Surgical Anatomy of the Hand*. 2. edice, Lippincott Company, Philadelphia and Toronto.
- Kaplan, E.B., 1969. Muscular and tendinous variations of the flexor superficialis of the fifth finger of the hand. *Bull. Hosp. Jt. Dis.* 30, 59–67.
- Karalezli, N., Karakose, S., Haykir, R., Yagisan, N., Kacira, B., Tuncay, I., 2006. *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 59, 768-771. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2006.01.003>
- Karev, A., Stahl, S., Tatan, A., 1987. The mechanical efficiency of the pulley system in normal digits compared with a reconstructed system using the „belt loop“ technique. *J. Hand Surg.* 12A, 596-601. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(87\)80214-9](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(87)80214-9)
- Kattan, K.R., Babcock, D.S., 1979. Case report 105. Bilateral patella cubiti. *Skeletal Radiol.* 4, 249-250. <https://doi.org/10.1007/BF00347224>
- Kaur, P., 2013. Morphological study of lumbricals – a cadaveric study. *J. Clin. Diagn. Res.* 7, 1558-1560. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2013/6323.3214>
- Kay, S.P.J., Lees, V.C., 2000. Anomalies of digital flexor tendons. V: Gupta, A., Kay, S.P.J., Scheker L.R. *The growing hand*, 1 edice. Mosby, London, str. 326–329.
- Keles-Celik, N., Kose, O., Sekerci, R., Aytac, G., Turan, A., Güler, F., 2017. Accessory ossicles of the foot and ankle: disorders and a review of the literature. *Cureus* 9, e1881. <https://doi.org/10.7759/cureus.1881>
- Kennedy, C.D., Lauder, A.S., Pribaz, J.R., Kennedy, S.A., 2017. Differentiation between pyogenic flexor tenosynovitis and other finger infections. *Hand.* 12, 585-590. <https://doi.org/10.1177/1558944717692089>
- Khomarwut, K., Sutthisast, W., Vasuntaraporn, R., Arpornchayanon, O., 2019. Bilateral pottellar cubiti: A case report. *BKK. Med. J.* 15, 91. <https://doi.org/10.31524/bkkmedj.2019.02.015>
- Khullar, M., Kalsey, G., Laxmi, V., Khullar, S., 2012. Variations in the nerve supply to the extensor carpi radialis brevis. *J. Clin. Diagnost. Res.*, 6(1). 13-16.
- Kieffer, E.M., Bouchaib, J., Bierry, G., Clavert, P., 2014. CT arthrography and anatomical correlation of the bare area of the ulnar trochlear fossa: a risk of misdiagnosis of

- cartilage ulcerations. *Surg. Radiol. Anat.* 36, 481-486.  
<https://doi.org/10.1007/s00276-013-1200-7>
- Kienböck, R., 1903. Patella cubiti. *Wien. Klin. Woch.* 634.
- Kim, J.Y., Lee, Y.K., An, K.C., Kwon, Y., Woo, S.H., Lee, M., 2013. Anatomic variation of the hook of hamate in korea carpal tunnel syndrome patients. *Int. J. Bio-Sci. Bio-Tech.* 5, 99-105.
- Kikuchi, I., Ogino, T., 2006. Incidence and development of trigger thumb in children. *J. Hand Surg. Am.* 31, 541-543. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2005.12.024>
- Kisner, W.H., 1980. Double sublimis tendon to fifth finger with absence of profundus. *Plast. Reconstr. Surg.* 65, 229-230. <https://doi.org/10.1097/00006534-198002000-00018>
- Kleient, H.E., Schepel, S., Gill, T., 1981. Flexor tendon injuries. *Surg. Clin. North Am.* 61, 267-286.
- Klena, J.C., Riehl, J.T., Beck, J.D., 2012. Anomalous extensor tendons to the long finger: a cadaveric study of incidence. *J. Hand Surg. Am.* 37, 938-941.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2012.02.014>
- Kolb, L.W., Moore, R.D., 1967. Fractures of the supracondylar process of the humerus. *J. Bone Joint Surg. Am.* 49, 532-534.
- Köse, N., Ozcelik, A., Günal, I., 1999. The crowded wrist-a case with accessory carpal bones. *Acta Orthop. Scand.* 70, 96-98. <https://doi.org/10.3109/17453679909000970>
- Kosiyatrakul, A., Luenam, S., Prachaporn, S., 2010. Symptomatic flexor carpi radialis brevis: Case report. *J. Hand Surg. Br.* 35, 633-635.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2009.12.028>
- Koslowsky, T.C., Beyer, F., Germund, I., Mader, K., Jergas, M., Koebke, J., 2007. Morphometric parameters of the radial head: an anatomical study. *Surg. Radiol. Anat.* 29, 279-284. <https://doi.org/10.1007/s00276-007-0206-4>
- Köster, G., 1984. Isolated aplasia of the flexor pollicis longus: A case report. *J. Hand Surg. Am.* 9, 870-871. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(84\)80069-6](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(84)80069-6)
- Kravarski, M., Goerres, G.W., Antoniadis, A., Guenkel, S., 2020. Supernumerary brachioradialis – Anatomical variation with magnetic resonance imaging findings: A case report. *World. J. Orthop.* 11, 411-417. <https://doi.org/10.5312/wjo.v11.i9.411>

- Kunc, V., Fabik, J., Kubičková, B., Kachlík, D., 2020a. Vermian fossa or median occipital fossa revisited: Prevalence and clinical anatomy. *Ann. Anat.* 151458. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2020.151458>
- Kunc, V., Kunc, V., Černý, V., Polovinčák, M., Kachlík, D., 2020b. Accessory bones of the elbow: prevalence, localization and modified classification. *J. Anat.* 237, 618-622. <https://doi.org/10.1111/joa.13233>
- Kunc, V., Kunc, V., Kuncová, K., Kachlík, D., Kopp, L., 2022. Ambiguity of the radiographs around the elbow joint – anatomical variant versus degenerative changes. *J. Anat. Soc. India.*
- Kunc, V., Štulpa, M., Feigl, G., Neblett, C., Kunc, V., Kachlík, D., 2020c. The superficial anatomical landmarks are not reliable for predicting the recurrent branch of the median nerve. *Surg. Radiol. Anat.* 42, 939-943. <https://doi.org/10.1007/s00276-020-02475-x>
- Kunc, V., Štulpa, M., Feigl, G., Kachlík, D., 2019. Accessory flexor carpi ulnaris muscle with associated anterior interosseous artery variation: case report with the definition of a new type and review of concomitant variants. *Surg. Radiol. Anat.* 41, 1315-1318. <https://doi.org/10.1007/s00276-019-02261-4>
- Kwiatkowska, M., Jakutowicz, T., Cizek, B., Czubak, J., 2014. Can palmar creases serve as landmarks for the deeper neuro-vascular structures? *Surg. Radiol. Anat.* 36, 495-501. <https://doi.org/10.1007/s00276-013-1211-4>
- Lamb, D.S., 1890. The olecranon perforation. *Am. Anthropologist.* 3, 159-174.
- Lameu, E.B., Gerude, M.F., Campos, A.C., Luiz, R.R., 2004. The thickness of the adductor pollicis muscle reflects the muscle compartment and may be used as a new anthropometric parameter for nutritional assessment. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* 7, 293-301. <https://doi.org/10.1097/00075197-200405000-00009>.
- Landry, S.O., 1958. The function of the entepicondylar foramen in mammals. *Am. Midl. Natur.* 60, 100-112.
- Lang, C.E. Schieber M.H., 2004. Human finger independence: Limitations due to passive mechanical coupling versus active neuromuscular control. *J. Neurophysiol.* 92, 2802-2810. <https://doi.org/10.1152/jn.00480.2004>.

- Lanz, U., 1977. Anatomical variations of the median nerve in the carpal tunnel. *J. Hand Surg. Am.* 2, 44-53. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(77\)80009-9](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(77)80009-9)
- Laugharne, E., Power, D., 2010. Surgical exposure of the distal radius in a patient with a flexor carpi radialis brevis muscle anomaly. *J. Surg. Case. Rep.* 1, 1. <https://doi.org/10.1093/jscr/2010.1.1>
- Le Double, A.F., 1897. *Traité des variations du système musculaire de l'homme et de leur signification au point de vue de l'anthropologie zoologique. Tome Premier: Paris.* 204.
- Lee, Y.M., Song, S.E., Sur, Y.J., Ahn, C.Y., 2014. Flexor carpi radialis brevis: an unusual anomalous muscle of the wrist. *Clin. Orthop. Surg.* 6, 361-364. <https://doi.org/10.4055/cios.2014.6.3.361>
- Lemon, M., Belcher, H.J.C.R., 2002. An anomalous flexor carpi ulnaris. *J. Hand Surg. Br.* 27, 194-197. <https://doi.org/10.1054/JHSB.2001.0705>
- Leslie, B.M., Ericson, W.B., Morehead, J.R., 1990. Incidence of a septum within the first dorsal compartment of the wrist. *J. Hand Surg. Am.* 15, 88-91. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(09\)91111-x](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(09)91111-x)
- Leslie, B.M., Osterman, A.L., Wolfe, S.W., 2017. Inadvertent harvest of the median nerve instead of the palmaris longus tendon. *J. Bone Joint Surg. Am.* 99. 1173-1182. <https://doi.org/10.2106/JBJS.16.01218>
- Lin, G.T., Amadio, P.C., An, K.N., Cooney, W.P., 1989. Functional anatomy of the human digital flexor pulley system. *J. Hand Surg. Am.* 14A, 949-956. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(89\)80043-7](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(89)80043-7)
- Lippert, H., Pabst, R., 1985. *Arterial variations in man.* Urban & Schwarzenberg, München, 71-77.
- Lombardi, R.M., Wood, M.B., Linscheid, R.L., 1988. Symptomatic restrictive thumb-index flexor tenosynovitis: incidence of musculotendinous anomalies and results of treatment. *J. Hand Surg. Am.* 13, 325-328. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(88\)80001-7](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(88)80001-7)
- Lombroso, G., 1911. *Criminal Man.* The Knickerbocker press, New York.
- Longhurst, G., Stone, D., Mahony, N., 2020. Bilateral reversed palmaris longus muscle: a case report and systematic literature review. *Surg. Radiol. Anat.* 42, 289-295. <https://doi.org/10.1007/s00276-019-02363-z>

- Lordan, J., Rauh, P., Spinner, R.J., 2005. The clinical anatomy of the supracondylar spur and the ligament of Struthers. *Clin. Anat.* 18, 548-551. <https://doi.org/10.1002/ca.20132>.
- Louis, D.S. Calhoun, T.P., Garn, S.M., Carrol, R.E., Burdi, AR., 1976. Congenital bipartite scaphoid—fact or fiction? *J. Bone Joint Surg.* 58, 1108-1112.
- Lunborg, G., Myrhage, R., Rydevik, B., 1977. The vascularization of human flexor tendons within the digital synovial sheath region--structureal and functional aspects. *J. Hand Surg. Am.* 2, 417-427. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(77\)80022-1](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(77)80022-1).
- Macalister, A., 1875. Observations on muscular anomalies on the human anatomy. Third series with a catalogue of the principal muscular variations hitherto published. *Tran. Roy. Irish. Acad. Sci.* 25, 1-130.
- Mangini, U., 1960. Flexor pollicis longus muscle. *J. Bone Joint Surg.* 42A, 467-470.
- Manske, PR., Lesker, PA., 1983. Palmar aponeurosis pulley. *J. Hand Surg.* 8, 259-263. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(83\)80154-3](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(83)80154-3)
- Mantovani, G., Lino, W., Fukushima, W.Y., Aita, MA., 2010. Anomalous presentation of flexor carpi radialis brevis: a report of six cases. *J. Hand Surg. Eur.* 35, 234-235. <https://doi.org/10.1177/1753193409106179>
- Mao G-H., Li, J., 2014. Extensor digitorum brevis manus with "X" tendons. *Rom. J. Morphol. Embryol.* 55, 715-717.
- McCredie, J., 1975. Congenital fusion of bones: radiology, embryology, and pathogenesis. *Clin. Radiol.* 26, 47-51.
- McCulloch, R.A., MacLean, B.M., Dhaliwal, J., Simons, W., 2010. Median nerve compression secondary to a high insertion of pronator teres. *Shoulder & Elbow.* 2, 124-126. <https://doi.org/10.1111/j.1758-5740.2010.00051.x>
- McLean, J.M., Turner, P.C., Bain, G.I., 2009. As association between lunate morphology and scaphoid-trapezium-trapezoid arthritis. *J. Hand Surg.* 34E, 778-782. <https://doi.org/10.1177/1753193409345201>
- Meckel, J.F., 1823. Beschreibung einiger Muskelvarietäten. *Deutsch. Arch. Physiol.* 8, 585-591.
- Mermenthaler, M., 1958. Die Luxation des Nervus ulnaris am Ellenbogen. *Dtsch. Z. Nervenheilkunde.* 178, 163-198.

- Mespreuve, M., Bosmans, F., Waked, K., Vanhoenacker, F.M., 2019. Hand and wrist: A kaleidoscopic view of accessory ossicles, variants, coalitions and others. *Semin. Musculoskelet. Radiol.* 23, 511-522. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1693974>
- Mestdagh, H., Bailleul, P., Vilette, B., Bocquet, F., Depreux, R., 1985. Organisation of the extensor complex of the digits. *Anat. Clin.* 7, 49-53. <https://doi.org/10.1007/BF01654629>
- Mih, A.D., 1998. Flexor tendon pulley reconstruction. *Oper. Tech. Orthop.* 8, 116-119. [https://doi.org/10.1016/S1048-6666\(98\)80010-4](https://doi.org/10.1016/S1048-6666(98)80010-4)
- Milena, G.L., Santiago, F.R., Santon, C.C., Barea, .LC., 2001. Forearm soft tissue mass caused by an accessory muscle. *Eur. Radiol.* 11, 1487-1489. <https://doi.org/10.1007/s003300100827>.
- Miller, C.H., 1881, Tailed humanity. *Med. Surg. Report.* 4, 165.
- Minaar, D.V.A.B., 1952. Congenital fusion of the lunate and triquetral bones in South African Bantu. *J. Bone Joint. Surg. Br.* 34B, 45-48. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.34B1.45>
- Mitsuyasu, H., Yoshida, R., Shah, M., Patterson, R.M., Viegas, S.F., 2004. Unusual variant of the extensor carpi radialis brevis muscle: a case report. *Clin. Anat.* 17, 61-63. <https://doi.org/10.1002/ca.10226>
- Mittal, R.L., Gupta, B.R., 1978. Median and ulnar-nerve palsy: an unusual presentation of the supracondylar process. Report of a case. *J. Bone Joint Surg. Am.* 60, 557-558.
- Mittal, R., Sampath Kumar, V., Gupta, T., 2014. Patella cubiti: A case report and literature review. *Arch. Orthop. Trauma. Surg.* 134, 467-471. <https://doi.org/10.1007/s00402-014-1926-7>
- Miura, T., 1977. Congenital absence of the flexor pollicis longus — A case report. *Hand.* 9, 272-274. [https://doi.org/10.1016/s0072-968x\(77\)80114-9](https://doi.org/10.1016/s0072-968x(77)80114-9)
- Miura, T., Tokuyama, N., Ohya, J., 2010. Spontaneous rupture of the flexor digitorum superficialis tendon of the little finger with aplasia of the flexor digitorum profundus tendon. *J. Hand Surg. Eur.* 35, 237-238. <https://doi.org/10.1177/1753193409353500>
- Miyamoto, W., Takao, M., 2011. Managment of chronic disruption of the distal talofibular syndesmosis. *World J. Orthop.* 2, 1-6. <https://doi.org/10.5312/wjo.v2.i1.1>

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., 2009. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS. Med.* 6, e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Mohler, L.R., Trumble, T.E., 2001. Disorders of the thumb sesamoids. *Hand Clin.* 17, 201-301.
- Mori, M., 1964. Statistics on the musculature of the Japanese. *Okajimas. Folia Anat. Jpn.* 40, 195-300. [https://doi.org/10.2535/ofaj1936.40.3\\_195](https://doi.org/10.2535/ofaj1936.40.3_195)
- Nakamura, R., Hori, M., Inamura, T., Hori, I.E., Miura, T., 1989. Method for measurement and evaluation of carpal bone angles. *J. Hand Surg.* 14A, 412-416. [https://doi.org/10.1016/0363-5023\(89\)90127-5](https://doi.org/10.1016/0363-5023(89)90127-5)
- Nakamura, J., Kubo, E. 1993. Bilateral anomalous insertion of flexor pollicis longus. *J. Hand Surg. Br.* 18, 312-315. [https://doi.org/10.1016/0266-7681\(93\)90049-1](https://doi.org/10.1016/0266-7681(93)90049-1)
- Nakamura, R., Tanaka, I., Imaeda, T., Mirua, T., 1991. The influence of age and sex on ulnar variance. *J. Hand Surg.* 16B, 84-88. [https://doi.org/10.1016/0266-7681\(91\)90136-c](https://doi.org/10.1016/0266-7681(91)90136-c)
- Nakashima, T., 1993. An accessory extensor digiti minimi arising from extensor carpi ulnaris. *J. Anat.* 182, 109-112.
- Nakashima, T., Hojo, T., Furukawa, H., 1993. Deep and shallow forms of the sulcus for extensor carpi ulnaris. *J. Anat.* 183, 635-638.
- Nastis, K., 2008. Supracondylar process of the humerus: Study on 375 Caucasian subjects in Cologne, Germany. *Clin. Anat.* 21, 138-141. <https://doi.org/10.1002/ca.20601>
- Natsis, K., Totlis, T., Vlasits, K., Sofidis, G., Lazaridis, N., Tsitouridis, I., 2011. Dorsoepitrochlearis muscle: an unknown cause of shoulder motion limitation and axilla deformity. *J. Orthop. Sci.* 17, 186-188. <https://doi.org/10.1007/s00776-011-0079-6>
- Nayak, R.S., Kumar, S.J.M., Krishnamurthy, A., Prabhu, L.V., Ranade, A.V., Rai, R., Ramanathan, L., 2007a. An additional radial wrist extensor and its clinical significance. *Ann. Anat.* 189, 283-286. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2006.10.005>
- Nayak, S.R., Ramanathan, L., Prabhu, L.V., Raju, S., 2007b. Additional flexor muscles of the forearm: case report and clinical significance. *Sing. Med. J.* 48, e231-e233.

- Nebot-Cegarra, J., Perez-Berruezo, J., de la Torre, FR., 1991. Variations of the pronator teres muscle: predispositional role to median nerve entrapment. *Arch. Anat. Histol. Embryol.* 74, 35-45.
- Neder Filho, A.T., Bagno, L.G.L.T., Cardoso, F.B.R., Silva, A.K., Pires, R.E., 2021. Bilateral flexor digitorum superficialis brevis of the little finger: a rare cause of carpal tunnel syndrome. *Hand Surg. Rehab.* 40, 682-686. <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2021.05.003>
- Netscher, D., Mosharrafa, A., Lee, M., Polsen, C., Choi, H., Steadman, A.K., Thornby, J., 1997. Transverse carpal ligament: Its effect on flexor tendon excursion, morphologic changes of the carpal canal, an on pinch and grip strenghts after open carpal tunnel release. *Plast. Reconstr. Surg.* 100, 636. <https://doi.org/10.1097/00006534-199709000-00015>
- Neumeister M.W., Mowlavi, A., Russel, R.C., Wilhelmi, B.J., 2005. Anomalous flexor digitorum superficialis muscle transposition for vascular coverage of the median nerve in recurrent carpal tunnel syndrome. *Can. J. Plast. Surg.* 13, 27-30. <https://doi.org/10.1177/229255030501300102>
- Newman, A., 1969. The supracondylar process and its fracture. *Am. J. Reoentgenol. Radium. Ther. Nucl. Med.* 105, 844-849. <https://doi.org/10.2214/ajr.105.4.844>
- O’Rahilly R. 1957. Developmental deviations in the carpus and the tarsus. *Clin. Orthop.* 10, 9-18.
- Oberländer, W., Breul, R., Kurrat, H.J., 1984. Transverse groove of the elbow joint. A biomechanical interpretation of its origin. *Z. Orthop. Ihre. Grenggeb.* 122, 682-685. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1045051>
- Obermann, W.R., Loose, H.W., 1983. The os supratrochleare dorsale: A normal variant that may cause symptoms. *AJR. Am. J. Roentgenol.* 141, 123-127. <https://doi.org/10.2214/ajr.141.1.123>
- Ogura, T., Inoue, H., Tanabe, G., 1987. Anatomic and clinical studies of the extensor digitorum brevis manus. *J. Hand Surg. Am.* 12, 100-107. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(87\)80171-5](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(87)80171-5)



- Oh, C.S., Chung, I.H., Koh, K.S., 2000. Anatomical study of the accessory head of the flexor pollicis longus and the anterior interosseous nerve in asians. *Clin. Anat.* 13, 434-438. [https://doi.org/10.1002/1098-2353\(2000\)13:6<434::AID-CA7>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/1098-2353(2000)13:6<434::AID-CA7>3.0.CO;2-4)
- Ochiai, N., Matsui, T., Miyaji, N., Merklin, R.J., Hunter, J.M., 1979. Vascular anatomy of flexor tendons. I. Vincular system and blood supply of the profundus tendon in the digital sheath. *J. Hand Surg. Am.* 4. 321-330. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(79\)80068-4](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(79)80068-4)
- Olewnik, L., Podgórski, M., Polguy, M., Wyśiadecki, G., Topol, M., 2018. Anatomical variations of the pronator teres muscle in a Central European population and its clinical significance. *Anat. Sci. Int.* 93, 299-306. <https://doi.org/10.1007/s12565-017-0413-y>
- Olewnik, L., Wyśiadecki, G., Polguy, M., Podgórski, M., Jeziński, H., Topol, M., 2017. Anatomical variations of the palmaris longus muscle including its relation to the median nerve – a proposal for a new classification. *BMC. Musculoskelet. Disord.* 18, 539. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1901-x>
- Ozturk, A., Kutlu, C., Taskara, N., Kale, A.C., Bayraktar, B., Cecen, A., 2005. Anatomic and morphometric study of the arcade of Frohse in cadavers. *Surg. Radiol. Anat.* 27, 171-175. <https://doi.org/10.1007/s00276-005-0321-z>
- Palmer, A.K., Glisson, R.R., Werner, F.W., 1982. Ulnar variance determination. *J. Hand Surg.* 7, 376-379. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(82\)80147-0](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(82)80147-0)
- Paré, A., 1573. *Monster and prodigies v Deux Livres de Chirurgie*. Paris.
- Park, J.H., Jang, W.Y., Kwak, D.H., Park, J.W., 2017. Lunate morphology as a risk factor of idiopathic ulnar impaction syndrome. *J. Bone Joint Surg.* 99B, 1508-1514. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.99B11.BJJ-2016-1238.R2>
- Park, J.S., Shin, D.S., Jung, W., Chung, M.K., 2010. Improved analysis of palm creases. *Anat. Cell. Biol.* 43, 169-177. <https://doi.org/10.5115/acb.2010.43.2.169>
- Park, M.J., Namdari, S., Weiss, A.P., 2008. The carpal boss: review of diagnosis and treatment. *J. Hand Surg. Am.* 33, 446-449. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2007.11.029>
- Parsons, R.W., 1969. Human tails. *Plast. Reconst. Surg. Transplant. Bull.* 25, 618-621. <https://doi.org/10.1097/00006534-196006000-00009>

- Patel, M.R., Desai, S.S., Bassini-Lipson, L., Namba, T., Sahoo, J., 1989. Painful extensor digitorum brevis manus muscle. *J. Hand Surg. Am.* 14, 674-678. [https://doi.org/10.1016/0363-5023\(89\)90190-1](https://doi.org/10.1016/0363-5023(89)90190-1)
- Paul, J., Osunwoke, E., Paul, C., 2016. Prevalence of simian, suwon and Sydney creases in acquired idiopathic blindness in some selected schools for the blind in Nigeria. *Ann. Bioanthropol.* 4, 75.
- Peers, S.C., Kaplan F.T.D., 2008. Flexor carpi radialis brevis muscle presenting as a painful forearm mass: case report. *J. Hand Surg. Am.* 33, 1878-1881. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2008.06.014>
- Pekala, P.A., Henry, B.M., Pekala, J.R., Skiningsrud, B., Walocha, J.A., Bonczar, M., Tomaszewski, K.A., 2017. Congenital absence of the palmaris longus muscle: A meta-analysis comparing cadaveric and functional studies. *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 70, 1715-1724. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2017.08.002>
- Petrover, D., Bellity, J., Vigan, M., Nizard, R., Hakime, A., 2017. Ultrasound imaging of the thenar motor branch of the median nerve: a cadaveric study. *Eu. Radiol.* 27, 4883-4888. <https://doi.org/10.1007/s00330-017-4882-0>
- Petrovický, P., Doskočil, M., 2001. Anatomie s topografií a klinickými aplikacemi, I. svazek – Pohybové ústrojí. Tlačiareň BB, spol. s.r.o., Banská Bystrica.
- Pfitzner, W., 1900. Beiträge zur Kenntniss des menschlichen Extremitätenskeletes, Die morphologischen Elemente des menschlichen Handskelets. *Zeitschr. f. Morphol.* 2, 77-157.
- Phillips, C.S., Falender, R., Mass, D.P., 1995. The flexor synovial sheath anatomy of the little finger: A macroscopic study. *J. Hand Surg. Am.* 20, 636-641. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(05\)80282-5](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(05)80282-5)
- Pires, L., Perissé, J.P., Araújo, G.C.S., Manaia, J., Fonseca, A., Babinski, M.A., 2018. Hypertrophic reversed palmaris longus muscle: a cadaveric finding. *Folia Morphol. (Warsz)*. 77, 403-405. <https://doi.org/10.5603/FM.a2017.0102>.
- Poelstra, K.A., Flint, J.H., Chhabra, A.B., Pannunzio, M.E., 2006. Ulnar nerve neuropraxia in the presence of instability and anomalous ossicles at the elbow: A case report. *J. Shoulder Elbow Surg.* 15, e11-14. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2005.08.003>

- Poisel, S., 1974. Ursprung und Verlauf des R. muscularis des Nervus digitalis palmaris communis I. Chir. Praxis. 18, 471-474.
- Polesuk, B.S., Helms, C.A., 1998. Hypertrophied palmaris longus muscle, a pseudomass of the forearm: MR appearance--case report and review of the literature. Radiology. 207, 361-362. <https://doi.org/10.1148/radiology.207.2.9577481>
- Prasartritha, T., Liupolvanish, P., Rojanakit, A., 1993. A study of the posterior interosseous nerve (PIN) and the radial tunnel in 30 Thai cadavers. J. Hand Surg. 18, 107-112. [https://doi.org/10.1016/0363-5023\(93\)90253-Y](https://doi.org/10.1016/0363-5023(93)90253-Y)
- Purvis-Smith, S.G., Menser, M.A., 1968. Dermatoglyphics in adults with congenital rubella. Lancet 2. 141-143. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(68\)90422-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(68)90422-4)
- Ranade, A.V., Rai, R., Prabhu, L.V., Rajanigandha, V., Prakash, Janardhanan, J.P., Ramanathan, L., Prameela, M.D., 2008. Incidence of extensor digitorum brevis manus muscle. Hand. 3, 320–323. <https://doi.org/10.1007/s11552-008-9111-5>
- Ray, B., Saxena, A., Nayak, S., Pugazhendi, B., Gayathri, B.M.V., 2015. Morphometry and anatomical variations of flexor digitorum superficialis. J. Morphol. Sci. 32, 8-11. <https://doi.org/10.4322/jms.056014>
- Rayan, G.M., 1984. Congenital hypoplastic thumb with absent thenar muscles: Anomalous digital neurovascular bundle. J. Hand Surg. Am. 9. 665-668. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(84\)80008-8](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(84)80008-8)
- Rehak, D.C., 2001. Pronator syndrome. Clin. Sport. Med. 20, 531-540. [https://doi.org/10.1016/s0278-5919\(05\)70267-2](https://doi.org/10.1016/s0278-5919(05)70267-2).
- Rhee, P.C., Jones, D.B., Moran, S.L., Shin, A.Y., 2015. The effect of lunate morphology in Kienböck disease. J. Hand Surg. 40. 738-744. <https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2014.12.024>
- Richards, R.S., Bennett, J.D., 1997. Abnormalities of the hook of the hamate in patients with carpal tunnel syndrome. Ann. Plast. Surg. 39, 44-46. <https://doi.org/10.1097/00000637-199707000-00007>
- Ritt, M.J., Maas, M., Bos, K.E., 2001. Minnaar type 1 symptomatic lunotriquetral coalition: a report of nine patients. J. Hand Surg. Am. 26, 261-270. <https://doi.org/10.1053/jhsu.2001.21520>

- Rodriguez-Niedenführ M., Vazquez, T., Parkin, I., Nearn, L., Sanudo, JR., 1999. Incidence and morphology of the brachioradialis accessories muscle. *J. Anat.* 92, 353-355. <https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.2001.19930353.x>
- Rohini, P., Swati, T., 2013. Accessory head of extensor indicis: its surgical and embryological perspective. *Int. J. Clin. Surg. Adv.* 1, 56-60.
- Ropars, M., Fontaine, I., Morandi, X., Berton, E., Kaila, R., Darnault, P., 2010. Preserving the superficial branch of the radial nerve during carpometacarpal and metacarpophalangeal joint arthroscopy: an anatomical study. *Surg. Radio. Anat.* 32, 271-276. <https://doi.org/10.1007/s00276-010-0622-8>
- Ross, J.A., Troy, C.A., 1969. The clinical significance of the extensor digitorum brevis manus. *J. Bone Joint Surg. Br.*, 51, 473-478.
- Roukoz, S., Naccache, N., Sleilaty, G., 2008. The role of the musculocutaneous and radial nerves in elbow flexion and forearm supination: a biomechanical study. *J. Hand Surg. Eur.* 33, 201-204. <https://doi.org/10.1177/1753193408087036>
- Rozmaryn, L.M., 2017. The collateral ligament of the digits of the hand: Anatomy, physiology, biomechanics, injury, and treatment. *J. Hand Surg. Am.* 42, 904-915. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2017.08.024>
- Rumball, K.M., Tonkin, M.A., 1996. Absence of flexor carpi radialis. *J. Hand Surg. Br.* 21, 778. [https://doi.org/10.1016/S0266-7681\(96\)80187-2](https://doi.org/10.1016/S0266-7681(96)80187-2)
- Sabapathy, S.R., Bose, V.C., Rex, C., 1995. Irreducible dislocation of the interphalangeal joint of the thumb due to sesamoid bone interposition: A case report. *J. Hand Surg. Am.* 20, 487-489.
- Sagerman, S., Hauck, R.M., Palmer, A.K., 1995. Lunate morphology: Can it be predicted with routine x-ray films. *J. Hand Surg.* 20, 38-41. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(05\)80055-3](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(05)80055-3)
- Sahajpal, D.T., Pichora, D., 2006. Septal aperture: an anatomic variant predisposing to bilateral low-energy fractures of the distal humerus. *Can. J. Surg.* 49, 363-364.
- Sachs, J., Degenshein, G., 1948. Patella cubiti; A new method of treatment for its avulsion. *Arch. Surg. (1920).* 57, 675-680.
- Sanderson, P.L., Cameron, I.C., Holt, G.R., Stanley, D., 1997. Ulnar variance and age. *J. Hand Surg. Br.* 22B, 21-24. [https://doi.org/10.1016/s0266-7681\(97\)80007-1](https://doi.org/10.1016/s0266-7681(97)80007-1)

- Sanudo, J.R., Vasquez, R., Puerta, J., 2003. Meaning and clinical interest of the anatomical variations in the 21 st century. *Eur. J. Anat.* 7, 1-3.
- Sanudo, J.R., Young, R.C., Abrahams, P., 1996. Brachioradialis muscle inserting on the third metacarpal. *J. Anat.* 3, 733-734.
- Sarangapani, K., Brown, H.G., 1977. Cut palmaris longus tendon—To repair or not to repair? *Hand.* 9, 86-87. [https://doi.org/10.1016/s0072-968x\(77\)80041-7](https://doi.org/10.1016/s0072-968x(77)80041-7)
- Sawant, S.P., 2013. The cadaveric study of lumbricals of hand in 100 specimens. *Int. J. Cur. Sci.* 6, 107-110.
- Sebastin, S.J., Lim, A.Y.T., Bee, W.H., Wong, T.C.M., Methil, B.V., 2005. Does the Absence of the Palmaris Longus Affect Grip and Pinch Strength? *J. Hand Surg. Br.* 30, 406-408. <https://doi.org/10.1016/j.jhsb.2005.03.011>
- Seybold, E.A., Warhold, L.G., 1996. Impingment of the flexor pollicis longus tendon by an enlarged radial sesamoid causing trigger thumb: A case report. *J. Hand Surg. Am.* 21, 619-620. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(96\)80013-x](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(96)80013-x)
- Sharma, D., Sharma, V., 2011. Prevalences of simian, Sydney, and Suwon creases and their association with each other, body sides, handedness, sex and anomalies/ diseases/ syndromes in a population of Central India. *Int. J. Morphol.* 29, 1069-1075. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022011000300069>
- Shaw, M., Lybum, I.D., Torreggiani, W.C., Watura, R., 2003. Comminuted fracture of the ulnar sesamoid of the metacarpophalangeal joint of the thumb: An uncommon injury. *J. Emerg. Med.* 24, 437-439. [https://doi.org/10.1016/s0736-4679\(03\)00043-x](https://doi.org/10.1016/s0736-4679(03)00043-x)
- Shekhar, S.K., Paddock, M., Kotnis, N., 2020. Extensor Digitorum Brevis Manus presenting as a symptomatic lump on the dorsum of the hand. *Radiol. Case. Rep.* 15, 2271-2274. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2020.09.003>
- Shereen, R., Loukas, M., Tubbs, R.S., 2017. Extensor digitorum brevis manus: A comprehensive review of this variant muscle of the dorsal hand. *Cureus.* 9, e1568. <https://doi.org/10.7759/cureus.1568>
- Scheldrup, E.W., 1951. Tendon sheath patterns in the hand: An anatomical study based on 367 hand dissections. *Surg. Gyneco. Obstet.* 93, 16-22.
- Schmidt, H.M., Fischer, G., 1999. Pulleys of the tendon sheath of the flexor pollicis longus muscle. *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* 31, 362-366.

- Schubert, M.F., Shah, V.S., Craig, C.L., Zeller, J.L., 2012. Varied anatomy of the thumb pulley system: Implications for successful trigger thumb release. *J. Hand Surg. Am.* 37, 2278-85. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2012.08.005>
- Schwarz, G.S., 1957. Bilateral antecubital ossicles (fabellae cubiti) and other rare accessory bones of the elbow. *Radiology.* 69, 730-734. <https://doi.org/10.1148/69.5.730>
- Simmons, B.P., McKenzie, W.D., 1985. Symptomatic carpal coalition. *J. Hand Surg. Am.* 10, 190-193. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(85\)80103-9](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(85)80103-9)
- Simril, W.A., Trotter, M., 1949. An accessory bone and other bilateral skeletal anomalies of the elbow. *Radiology* 53,97-100. <https://doi.org/10.1148/53.1.97>
- Singh, J.D., Raju, P.B., Singh, S., 1975. Anomalous insertion of hand lumbricals. *J. Anat. Soc. India.* 24, 122-125.
- Singh, P., Tuli, A., Choudhry, R., 2003. Intercarpal fusion – a review. *J. Anat. Soc. India.* 52, 183-188.
- Singhal, S., Rao, V., 2007. Supratrochlear foramen of the humerus. *Anat. Sci. Int.* 82, 105-107. <https://doi.org/10.1111/j.1447-073X.2007.00172.x>.
- Slater, R.R., 2001. Flexor tendon anomalies in a patient with carpal tunnel syndrome. *J. Hand Surg. Br.* 26, 373-376 <https://doi.org/10.1054/jhsb.2001.0613>
- Smet, L.D., 1994. Ulnar variance: facts and fiction review article. *Acta Orthop. Belg.* 60, 1-9.
- Sofos, S.S., Riaz, M., 2016. Absence of flexor carpi radialis during an elective carpometacarpal arthroplasty of the thumb: A rare anatomical variation. *Case. Rep. Med.* 7853487. <https://doi.org/10.1155/2016/7853487>
- Spinner, R.J., Carmichael, S.W., Spinner, M., 1991. Infraclavicular ulnar nerve entrapment due to a chondroepitrochlearis muscle. *J. Hand Surg.* 16, 315-317. [https://doi.org/10.1016/0266-7681\(91\)90060-2](https://doi.org/10.1016/0266-7681(91)90060-2)
- Spinner, R.J., Lins, R.E., Jacobson, S.E., Nunley, J.A., 1994. Fractures of the supracondylar process of the humerus. *J. Hand Surg. Am.* 19, 1038-1041. [https://doi.org/10.1016/0363-5023\(94\)90112-0](https://doi.org/10.1016/0363-5023(94)90112-0)
- Stephens, N., Marques, E., Livingston, C., 2007. Anomalous flexor digitorum superficialis muscle belly presenting as a mass within the palm. *Can. J. Plast. Surg.* 15, 44-46.

- Strauch, B., de Moura, W., 1985. Digital flexor tendon sheath: An anatomic study. *J. Hand Surg. Am.* 10, 785-789. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(85\)80152-0](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(85)80152-0)
- Standring, S., Tubbs, R.S., Tunstall, R., et al., 2016. *Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice*. 41. edice, Elsevier Limited.
- Stewart, D.A., McCombe, D., Bilateral scaphotrapezium-trapezoid coalition with bipartite scaphoid: Case report. *J. Hand Surg.* 38, 1718-1722. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2013.06.026>
- Stingl, J., 2004. *Topografická pitva III. Končetiny*. Karolinum, Praha.
- Sucher, E., Herness, D., 1986. Cubital canal syndrome due to subanconeus muscle. *J. Hand Surg. Br.* 11, 460-462. [https://doi.org/10.1016/0266-7681\\_86\\_90183-X](https://doi.org/10.1016/0266-7681_86_90183-X)
- Sulaiman, S., Soames, R., Lamb, C., 2015. The sensory distribution in the dorsum of the hand: Anatomical study with clinical implications. *Surg. Radiol. Anat.* 7, 779-785.
- Sylvio, I., 1556. In *Hippocratis et Galeni physiologiae partem anatomicam isagoge*. Apud Aegidium Gorbinum, Paris.
- Takahashi, R., Ohmichi, Y., Hatayama, N., Hirai, S., Naito, M., Nakano, T., 2020. Anatomical relationship between the sagittal band and extensor tendon of the thumb: a focus on variations of the extensor pollicis brevis tendon insertion. *Anat. Sci. Int.* 95, 356-362. <https://doi.org/10.1007/s12565-020-00528-0>
- Takemitsu, Y., Nakayama, Y., Ota, H., Matsumoto, Y., Kida, H., 2014. Bilateral bipartite carpal scaphoid: a case report and literature review. *Hand Surg.*, 19, 427-431. <https://doi.org/10.1142/S0218810414720307>
- Tan, S.T., Smith, P.J., 1999. Anomalous extensor muscles of the hand: a review. *J. Hand Surg. Am.* 24, 449-455. <https://doi.org/10.1053/jhsu.1999.0449>
- Tang, J.B., 2014. Release of the A4 pulley to facilitate zone II flexor tendon repair. *J. Hand Surg. AM.* 39, 2300-2307. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.08.025>.
- Tate, D.E., Gupta, A., Kleinert, H.E., 2000. Bipartite scaphoid with proximal pole osteonecrosis in a patient with Holt-Oram syndrome. *J. Hand Surg. Br.* 25, 112-114. <https://doi.org/10.1054/jhsb.1999.0286>
- Terry, R.J., 1921. A study of the supracondyloid process in the living. *Am. J. Phys. Anthropol.* 4, 129-139.

- Timins, M.E., 1999. Osseous anatomic variants of the wrist: findings on MR imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 173, 339-344. <https://doi.org/10.2214/ajr.173.2.10430131>
- Tolat, A.R., Stanley, J.K., 1996. A cadaveric study of the anatomy and stability of the distal radioulnar joint in the coronal and transverse planes. *J. Hand Surg. Br.* 21, 587-594.
- Tom, J.A., Kumar, N.S., Cerynik, D.L., Mashru, R., Parella M.S., 2014. Diagnosis and Treatment of Triceps Tendon Injuries: A Review of the Literature. *Clin. J. Sport Med.* 24, 197-204. <https://doi.org/10.1097/JSM.000000000000010>
- Totlis, T., Otountzidis, N., Papadopoulos, S., Piagkou, M., Nastis, K., 2019. Ulnar trochlear notch articular surface has three morphological patterns: a neglected major anatomical feature. *Surg. Radiol. Anat.* 41, 1333-1336. <https://doi.org/10.1007/s00276-019-02310-y>
- Tountas, C.P., Bergman, R.A., 1993. *Anatomic variations of the upper extremity.* New York: Churchill Livingstone.
- Tsionos, I., Drapé, J.L., Le Viet, D., 2004. Bilateral pisiform-hamate coalition causing carpal tunnel syndrome and tendon attrition. A case report. *Acta Orthop. Belg.* 70, 171-176.
- Tsuchida, Y., Kasai, S., Kojima, T., 1976. Congenital absence of flexor pollicis longus and flexor pollicis brevis: A case report. *Hand.* 8, 294-297. [https://doi.org/10.1016/0072-968x\(76\)90018-8](https://doi.org/10.1016/0072-968x(76)90018-8)
- Tubbs, R.S., Oakes, W.J., Salter, E.G., 2006. The subanconeus muscle. *Folia Morphol. (Warsz).* 65, 22-25.
- Tubbs, R.S., Shoja, M.M., Loukas, M., 2016. *Bergman's Comprehensive Encyclopedia of Human Anatomic Variation.* John Wiley & Sons, New Jersey. <https://doi.org/10.1002/9781118430309>
- Turkof, E., Puig, S., Choi, M.S., Schilhan, R., Millesi, H., Firbas, W., 1994. Superficial branch of the radial nerve emerging between two slips of a split brachioradialis muscle tendon: a variation of possible clinical relevance. *Acta Anat. (Basel).* 150, 232-234. <https://doi.org/10.1159/000147624>
- Uerpairojkit, C., Kittithamvongs, P., Puthiwara, D., Anantaworaskul, N., Malungpaishorpe, K., Leechavengvongs, S., 2019. Surgical anatomy of the dorsal cutaneous branch of the ulnar nerve and its clinical significance in surgery at the ulnar side of the wrist. *J. Hand Surg. Eur.* 44, 263-268. <https://doi.org/10.1177/1753193418815800>



- Usami, F., 1987. Bilateral congenital absence of the flexor pollicis longus with craniofacial abnormalities. *J. Hand Surg. Am.* 12, 603-604. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(87\)80216-2](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(87)80216-2)
- van den Noort, J.C., van Beek, N., van der Kraan, T., Veeger, D.H.E.J., Stegeman, D.F., Veltink, P.H., Maas, H., 2016. Variable and asymmetric range of enslaving: Fingers can act independently over small range of flexion. *PLoS One.* 11, e0168636. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168636>.
- van Leeuwen, W.F., Olfazoglu, K., Menendez, M., Ring, D., 2016. Negative ulnar variance and Kienböck disease. *J. Hand Surg. Am.* 41, 214-218. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2015.10.014>
- Veyrassat, J., Berner, A., 1942. Fractures isolées du semilunaire et du pyramidal per arachement ligamentaire. *Presse. Med.* 17, 208-210.
- Viegas, S.F., Wagner, K., Patterson, R., Paterson, P., 1990. Medial (hamate) facet of the lunate. *J. Hand Surg.* 15, 564-571. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(09\)90016-8](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(09)90016-8)
- Vichare, N.A., 1970. Anomalous muscle belly of the flexor digitorum superficialis. Report of a case. *J. Bone Joint Surg.* 52, 757-759.
- Virtanen, P., Gommers, R., Oliphant, T.R., Haberland, M., Reddy, T., Cournapeau, D., et al. 2020. SciPy 1.0: Fundamental algorithms for scientific computing in Python. *Nat. Methods.* 17, 261-272. <https://doi.org/10.1038/s41592-019-0686-2>
- von Schroder, H.P., Botte, M.J., 1990. Anatomy of the juncturae of the hand. *J. Hand Surg. Am.* 15, 595-602. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(09\)90021-1](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(09)90021-1)
- von Schroeder, H.P., Botte, M.J., 1991. The extensor medii proprius and anomalous extensor tendons to the long finger. *J. Hand Surg. Am.* 16, 1141-1145.
- Vymazalová, K., Vargová, L., Joukal, M., 2015. Variability of the pronator teres muscle and its clinical significance. *Rom. J. Morphol. Embryol.* 56, 1127-1135.
- Wahba, M.Y., Singh, G.D., Lozanoff, S., 1998. An anomalous accessory flexor digiti minimi profundus muscle: a case study. *Clin. Anat.* 11, 55-59. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2353\(1998\)11:1<55::AID-CA9>3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2353(1998)11:1<55::AID-CA9>3.0.CO;2-R)
- Wahl, L., Dupont, G., Tubbs, R.S., 2019. The simian crease: Relationship to various genetic disorders. *Clin. Anat.* 32, 1042-1047. <https://doi.org/10.1002/ca.23432>.

- Wachsmuth, W., Wilhelm, A., 1968. Der Musculus epitrochleo-anconaeus und seine klinische Bedeutung. *Monatsschr. Unfallheilkd.* 71, 1-22.
- Walton, MT., Fineman, RM., 1993. Historical essay of monsters and prodigies. The interpretation of birth defects in the sixteenth century. *Am. J. Med. Gen.* 47, 7-13.
- Wang, K., McGlinn, E.P., Chung, K.C., 2014. A biomechanical and evolutionary perspective on the function of the lumbrical muscle. *J. Hand Surg. Am.* 39, 149-155. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2013.06.029>
- Watson, K., Yasuda, M., Guidera, PM., 1996. Lateral lunate morphology: an X-ray study. *J. Hand Surg.*, 21A, 759-763. [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(96\)80188-2](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(96)80188-2)
- Webb, M.L., Rosen, H., Taghinia, A., McCarty, E.R., Cerrato, F., Upton, J., Labow, B.I., 2011. Incidence of Fanconi anemia in Children with congenital thumb anomalies referred for diepoxybutane testing. *J. Hand Surg. Am.* 36, 1052-1057. <https://doi.org/10.1016/j.hsa.2011.02.2018>.
- Weber, R.V., Mackinnon, S.E., 2007. Median nerve mistaken for palmaris longus tendon: Restoration of function with sensory nerve transfers. *Hand.* 2, 1-4. <https://doi.org/10.1007/s11552-006-9011-5>
- West, C.T., Ricketts, D., Brassett, C., 2017. An anatomical study of additional radial wrist extensors including a unique extensor carpi radialis accessorius. *Folia Morphol. (Warsz).* 76, 742-747. <https://doi.org/10.5603/FM.a2017.0047>
- Wertz, R.L., Hadeed, A.J., Cappelletti, G.L., Orbay, J.L., 2021. Flexor carpi radialis brevis resection for treatment of a distal radius fracture: A Case Report. *J. Wrist Surg.* 10, 536-538. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1726407>
- Winter, M., Balaguer, T., Tabutin, J., 2006. Bilateral patella cubiti. *J. Bone Joint. Surg. Am.* 88, 415-417. <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.00719>
- Wood, J., 1868. Variations in human myology observed during the winter sessions of 1867 – 1868 at King's College, London. *Proc. Roy. Soc. Lond. B.* 15. 229-244.
- Wood, V.E., Campbell, G.S., 1994. The supratrochleare dorsale accessory ossicle in the elbow. *J. Shoulder Elbow Surg.* 3, 395-398. [https://doi.org/10.1016/S1058-2746\(09\)80026-8](https://doi.org/10.1016/S1058-2746(09)80026-8)
- World Health Organization, 1946. Preamble to the Constitution of the World Health Organization. WHO, New York, USA.

- Yammine, K., 2014. The Prevalence of the sesamoid bones of the hand. *Clin. Anat.* 27, 1291-1303. <https://doi.org/10.1002/ca.22378>
- Yammine, K., 2015a. The prevalence of extensor digitorum brevis manus and its variants in humans: A systematic review and meta-analysis. *Surg. Radiol. Anat.* 37, 3-9. <https://doi.org/10.1007/s00276-014-1312-8>
- Yammine, K., 2015b. The prevalence of the extensor indicis tendon and its variants: a systematic review and meta-analysis. *Surg. Radiol. Anat.* 37, 247-254. <https://doi.org/10.1007/s00276-014-1352-0>
- Yammine, K., Éric, M., 2018a. Linburg-Comstock variation and syndrome. A meta-analysis. *Surg. Radiol. Anat.* 40, 289-296. <https://doi.org/10.1007/s00276-017-1957-1>
- Yaminne, K., Erić, M., 2018b. Agenesis, functional deficiency and the common type of the flexor digitorum superficialis of the little finger: a meta-analysis. *Hand Surg. Rehabil.* 37, 77-85. <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2017.11.007>
- Yang, K., Choi, I.J., Lee, J.H., 2018. Accessory head of the extensor carpi radialis longus muscle merging with extensor carpi radialis brevis muscle. *Surg. Radiol. Anat.* 40, 1001-1003. <https://doi.org/10.1007/s00276-018-2035-z>
- Yogesh, A.S., Marathe, R.R., Pandit, S.V., 2011. Musculocutaneous nerve substituting for the distal part of radial nerve: A case report and its embryological basis. *J. Neurosci. Rural. Pract.* 2, 74-76. <https://doi.org/10.4103/0976-3147.801121.4.2.2>
- Yoshida, Y., 1994. Anatomical studies on the extensor carpi radialis longus and brevis muscles in Japanese. *Okajimas. Folia Anat. Jpn.* 71, 127-135. [https://doi.org/10.2535/ofaj1936.71.2-3\\_127](https://doi.org/10.2535/ofaj1936.71.2-3_127)
- Yoshida, Y., 1995. Anatomical studies on the extensor pollicis et indicis accessorius muscle and the extensor indicis radialis muscle in Japanese. *Okajimas. Folia Anat. Jpn.* 71, 355-363. [https://doi.org/10.2535/ofaj1936.71.6\\_355](https://doi.org/10.2535/ofaj1936.71.6_355)
- Yoshida, Y., Yasutaka, S., Seki, Y., 1984. A study on the extensor digitorum brevis manus muscle in man. *Kaibogaku Zasshi.* 59, 313-321.
- Zancolli, E., Surgery for the quadriplegic hand with active, strong wrist extension preserved. *Clin. Orthop. Rel. Res.* 112, 101.
- Zarzecki, M.P., Popieluszko, P., Zayachkowski, A., Pekala, P.A., Henry, B.M., Tomaszewski, K.A., 2018. The surgical anatomy of the superficial and deep palmar

arches: A Meta-analysis. *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 71, 1577-1592.  
<https://doi.org/10.1016/j.bjps.2018.08.014>

Zdilla, M.J., Pacurari, P., Celuck, T.J., Andrews, R.C., Lambert, H.W., 2019. A Gantzer muscle arising from the brachialis and flexor digitorum superficialis: embryological considerations and implications for median nerve entrapment. *Anat. Sci. Int.* 94, 150-153. <https://doi.org/10.1007/s12565-018-0466-6>

Zhou, M., Ishizawa, A., Akashi, H., Suzuki, R., Bando, Y., 2022. Morphologic observation for anomalous patterns of the flexor carpi radialis muscle and atypical insertions: A proposal for a new classification. *Anat. Sci. Int.* <https://doi.org/10.1007/s12565-022-00675-6>

Zilber, S., Oberlin, Ch. Anatomical variations of the extensor tendons to the fingers over the dorsum of the hand: A study of 50 hands and a review of the literature. *Plast. Reconstr. Surg.* 113, 214-221.  
<https://doi.org/10.1097/01.PRS.0000091163.86851.9C>

## 10. Seznam publikací:

### 10.1. Původní vědecké práce, které jsou podkladem této disertační práce:

- Kunc, V., Štulpa, M., Feigl, G., Kachlík, D., 2019. Accessory flexor carpi ulnaris muscle with associated anterior interosseous artery variation: case report with definition of a new type and review of concomitant variants. *Surg. Radiol. Anat.* 41, 1315-1318. <https://doi.org/10.1007/s00276-019-02261-4>; IF: 1.092; Q4
- Belbl, M., Kunc, V., Kachlík, D., 2020. Absence of flexor digitorum profundus muscle and variation of flexor digitorum superficialis muscle in a little finger: two case reports. *Surg. Radiol. Anat.* 42, 945-949. <https://doi.org/10.1007/s00276-020-02420-y>; IF: 1.246; Q4
- Kunc, V., Kunc, V., Černý, V., Polovinčák, M., Kachlík, D., 2020. Accessory bones of the elbow: prevalence, localization and modified classification. *J. Anat.* 237, 618-622. <https://doi.org/10.1111/joa.13233> IF: 2,610; Q2
- Kunc, V., Štulpa, M., Feigl, G., Neblett, C., Kunc, V., Kachlík, D., 2020. The superficial anatomical landmarks are not reliable for predicting the recurrent branch of the median nerve. *Surg. Radiol. Anat.* 42, 939-943. <https://doi.org/10.1007/s00276-020-02475-x>; IF: 1.246; Q4
- Beneš, M., Kachlík, D., Kunc, V., Kunc, V. 2021. The arcade of Frohse: a systematic review and meta-analysis. *Surg. Radiol. Anat.* 43, 703-711. <https://doi.org/10.1007/s00276-021-02718-5>; IF: 1.354; Q3
- Kunc, V., Dvořáková, M., 2021. Anatomie PIP kloubu. *Bulletin ČSTR* 10:2. (Neindexovaný časopis odborné společnosti).
- Kunc, V., Kunc, V., Kuncová, K., Kachlík, D., Kopp, L., 2022. Ambiguity of the radiographs around the elbow joint – anatomical variant versus defenerative changes. *J. Anat. Soc. India*; IF: 0.250; Q4

### 10.2. Původní vědecké práce, které nejsou podkladem této disertační práce:

- Kunc, V., Venkatramani, H., Sabapathy, S.R., 2019. Neurofibromatosis 1 diagnosed in mother only after a follow-up of her daughter. *Indian J. Plast. Surg.* 52, 260. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1693503>; časopis ve Scopus

- Kunc, V., Fábik, J., Kubičková, B., Kachlík, D., 2020. Vermian fossa or median occipital fossa revisited: Prevalence and clinical anatomy. *Ann. Anat.* 229, 151458. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2020.151458>; IF: 2,698; Q1
- Shrestha, S., Kunc, V., Woo, A.C., 2021. Posterior interosseous nerve injury after a fracture of ulna and radius: A case report. *Turk. Neurosurg.* 31, 803-806. <https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.32693-20.1> 803-806. IF: 0,972, Q4
- Neblett, C., Venugopal, R., Johnson, M., Mitchell, D., Kunc, V., 2021. Gestational gigantomastia – a rare entity complicated by life-threatening hemorrhage. *J. Surg. Case Rep.* 4, 1-4. <https://doi.org/10.1093/jscr/rjab050>; časopis ve Scopus
- Beneš, M., Kachlík, D., Belbl, M., Kunc, V., Havlíková, Š., Whitley, A., Kunc, V., 2021. A meta-analysis on the anatomical variability of the brachial plexus: Part I - roots, trunks, divisions and cords. *Ann. Anat.* 238, 151715. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2021.151751> IF: 2,976; Q1
- Beneš, M., Kachlík, D., Belbl, M., Whitley, A., Havlíková, Š., Kaiser, R., Kunc, V., Kunc, V., 2021. A meta-analysis on the anatomical variability of the brachial plexus: Part II – Branching of the supraclavicular part. *Ann. Anat.* 238, 151788. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2021.151788> IF: 2,976; Q1
- Kopp, L., Kunc, V., 2021. Akutní a inveterované ruptury Achillovy šlachy – současné diagnostické a terapeutické možnosti. *Rozh. Chir.* 100; časopis ve Scopus
- Kunc, V., Edelmann, K., Bába, V., Debnar, M., Kmet', P., Kučera, K., Kunc, V., Mišičko, R., Kopp, L., 2021. Retrospektivní analýza komplikací po sutuře Achillovy šlachy metodou dle Kesslera. *Rozh. Chir.* 100; časopis ve Scopus
- Edelmann, K., Meluzínová, P., Kunc, V., 2021. Spontánní kompartment syndrom předloktí – kazuistika. *Rozh. Chir.* 100; časopis ve Scopus
- Wade, R.G., Bourke, G., Wormald, J.C.R., et al. (Kunc, V.) 2021. Chlorhexidine versus povidone-iodine skin antisepsis before upper limb surgery (CIPHUR): an international multicentre prospective cohort study. *BJS Open* 2021. 9, 117. <https://doi.org/10.1093/bjsopen/zrab117>; IF: 3,875; Q1
- Kunc, V., Pastor, J., Haluza, A., Kachlík, D., 2022. Main pitfalls of skin surgical suturing - review for junior surgeons and medical students. *Cir. Cir.* 90, 124-127. <https://doi.org/10.24875/CIRU.20001773>; IF: 0.416; Q4

- Beneš, M., Kachlík, D., Lev, D., Kunc, V., 2022. Accessory heads of the biceps brachii muscle: A systematic review and meta-analysis. *J. Anat.* 241. 461-477. <https://doi.org/10.1111/joa.13666>; IF: 2,921; Q1
- Beneš, M., Kachlík, D., Belbl, M., Havlíková, Š., Kunc, V., Whitley, A., Kaiser, R., Kunc, V., 2022. A meta-analysis on the anatomical variability of the brachial plexus: Part III – Branching of the infraclavicular part. *Ann. Anat.* 244, 151976. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2022.151976>; IF: 2,976
- Berner, J.E., Chan, J.K.K., Gardiner, M.D., Navia, A., Tejos, R., Ortiz-Llorens, M., Ortega-Briones, A., Rakhors, H.A., Nanchahal, J., Jain, A., INTELLECT Collaborative (Kunc, V.), 2022. International Lower Limb Collaborative (INTELLECT) study: a multicentre, international retrospective audit of lower extremity open fractures. *BJS* 109, 792-795. <https://doi.org/10.1093/bjs/znac105>; IF:11,122; Q1

## 11. Seznam příloh:

- **Příloha 1** – *The superficial anatomical landmarks are not reliable for predicting the recurrent branch of the median nerve*
- **Příloha 2** – *Variations of the lumbrical muscle of the hand: systemic review and meta-analysis*
- **Příloha 3** - *Accessory flexor carpi ulnaris muscle with associated anterior interosseous artery variation: case report with the definition of a new type and review of concomitant variants*
- **Příloha 4** - *Absence of flexor digitorum profundus muscle and variation of flexor digitorum superficialis muscle in a little finger: two case reports*
- **Příloha 5** - *The arcade of Frohse: a systematic review and meta-analysis*
- **Příloha 6** - *Accessory bones of the elbow: Prevalence, localization and modified classification*
- **Příloha 7** - *Os supratrochleare anterius: very rare clinical case and review of literature*
- **Příloha 8** – *Congenital pseudarthrosis around the elbow*
- **Příloha 9** - *Patella cubiti vs. os sesamoideum tricipitale*
- **Příloha 10** - *Ambiguity of the radiographs around the elbow joint: Anatomical variant versus degenerative changes*
- **Příloha 11** - *Ulnar nerve neuropathy caused by pathologic ossification – A case report*